

Arquitetura e Realidade Virtual

Gabriel Castro Correia

Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto

Arquitetura e Realidade Virtual

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura
pela Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto

Ano Letivo: 2017/2018

Gabriel Bettencourt Jardim Castro Correia

Orientador:

Professor Doutor José Pedro Ovelheiro Marques de Sousa
da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto

Porto, de 2018

Agradecimentos

Aos meus pais, pela criação, força e inspiração.

Ao Professor José Pedro Sousa pela oportunidade e paciência.

À equipa do DFL, sempre interessante e divertida.

Aos amigos que estão nas entrelinhas.

À família, pelo apoio.

À Tatiana, pelo amor, todos os dias.

Resumo

Arquitetura e Realidade Virtual

Esta dissertação centra-se sobre o tema da tecnologia da realidade virtual (RV) e investiga a sua relação com a arquitetura. A recente democratização e desenvolvimentos da RV, facilitam o seu acesso aos arquitetos e ateliers de arquitetura e abrem múltiplas possibilidades de utilização que importa identificar, imaginar e testar.

Este trabalho encontra-se estruturado em quatro capítulos. O primeiro introduz a temática e problematiza o tema no campo da arquitetura. Abordando o enquadramento histórico da RV na arquitetura, procura compreender o atual interesse por esta tecnologia e pela sua integração na prática do projeto. O segundo capítulo investiga os avanços tecnológicos da RV, realçando a sua difusão e utilização em várias áreas, desde as ciências, às artes e ao entretenimento. O terceiro, averigua o interesse da RV para a disciplina da arquitetura, propondo quatro domínios diferentes para a sua aplicação: conceção, visualização, simulação e objeto. Para ajudar a documentar o estudo anterior e permitir uma capacitação pessoal na área, o último capítulo apresenta e ilustra uma experiência pessoal de aplicação da RV na arquitetura. Este projeto teve como objetivo a construção de um modelo RV do edifício da FAUP, criando um modo alternativo -virtual- para a sua visita, sem necessidade de estar fisicamente no local.

Como se revela no estudo histórico e teórico, e na experiência pessoal, ao estabelecer uma imersão à escala real do sujeito no espaço, o modelo de RV questiona alguns pressupostos associados à arquitetura, como a ideia de representação ou o conceito de habitar. Esta dissertação pretende contribuir para a informação e discussão disciplinar e atualizada deste tema.

Palavras chave: realidade virtual, arquitetura, representação, espaço, imersão, projeto

Abstract

Architecture and Virtual Reality

This dissertation focuses on virtual reality and its relationship with architecture. The recent developments and democratization of VR facilitates its access to architects and architecture ateliers and opens up multiple possibilities of use that need to be identified, imagined and tested.

This work is structured in four chapters. The first introduces the theme and problematizes it, raising the tip of the veil over virtual reality and architecture. Addressing the historical context of VR in architecture, it seeks to understand the current interest in this technology and its integration into the project practice. The second chapter investigates the technological advances of VR, emphasizing their diffusion and use in several areas, from the sciences, to the arts and to entertainment. The third one, examines the interest of the RV for the discipline of architecture, proposing four different domains for its application: conception, visualization, simulation and object. To help inform the previous study and enable personal training in the field, the last chapter presents and illustrates a personal experience of applying VR in architecture. This project aimed to build a VR model of the FAUP building in order to provide an alternative mode for visiting it or, in other words, to inhabit it without having to be physically in the site.

As it is revealed in historical and theoretical study, and in personal experience, when establishing a real-scale immersion of the subject in space, the RV model questions some assumptions associated with architecture, such as the idea of representation or the concept of dwelling. This dissertation intends to contribute to the information and updated disciplinary discussion of this theme.

Keywords: virtual reality, architecture, representation, space, immersion, project

Índice:

Capítulo 1 _ Introdução.....	14
1.1 _ Motivação.....	14
1.2 _ Tema e Objetivo	14
1.4 _ Metodologia	19
1.5 _ Estrutura	21
1.6 _ Contribuições	22
Capítulo 2 _ Contextos do Virtual	24
2.1 _ Sociedade	25
2.2 _ Tecnologia.....	32
2.3 _ Arquitetura	46
2.2.1 _ Condição Analógica	50
2.2.3 _ Condição Digital	60
Capítulo 3 _ Realidade Virtual em Arquitetura .	66
3.1 _ Conceção e Desenvolvimento	70
3.1.1 _ UN Studio.....	76
3.2.1 _ Gensler	78
3.2 _ Comunicação e Apresentação	82
3.2.1 _ B.I.G.....	86
3.2.1 _ Snøhetta.....	88
3.3 _ Experiência e Objeto	92
3.3.1 _ UNStudio e PROOF	98
3.3.2 _ Kremer Museum.....	100
3.3.3 _ Diller Scofidio + Renfro.....	104
Capítulo 4 _ Experiência Prática.....	108

4.1 _ Projeto: FAUP.....	114
4.1.1 _ Demonstrações.....	126
4.2 _ Projeto Educativo “Novas Realidades”.....	138
Capítulo 5 _ Conclusão	146
Lista de Acrónimos.....	152
Bibliografia.....	154
Créditos de Imagens	165
Anexos	184
Casa da Arquitetura.....	186
Projeto educativo “Novas Realidades”	192
Questionários:	192
Cartaz IJUP	200

Capítulo 1 _ Introdução

1.1 _ Motivação

O meu interesse pelo mundo das realidades virtuais é anterior ao ingresso na Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto. De um modo menos refinado, era visível na paixão pelos cenários dos desenhos animados, patente na atração dos videojogos e mais tarde na magia do cinema. A faculdade dirigiu-me o olhar, prestando cada vez mais atenção à Arquitetura e ao facto de ser composta por uma imensidão de virtualidades, sonhos e fantasias.

É com essa atração pelo espaço virtual e uma coincidente reemergência do mercado ou interesse pela Realidade Virtual que se encara a responsabilidade de elaborar esta tese de mestrado.

A dissertação não teria sido possível sem a integração no DFL, que centra a sua pesquisa no impacto que a fabricação digital tem na Arquitetura, abrindo-me os horizontes para metodologias que me eram desconhecidas.

1.2 _ Tema e Objetivo

O tema da dissertação é a Realidade Virtual, observada através do ponto de vista da Arquitetura.

O objetivo é o estudo da utilização da Realidade Virtual como um novo meio/ferramenta no projeto de Arquitetura.

A Realidade Virtual é uma forma de imersão técnica em espaços virtuais desenhados/modelados digitalmente e não só. Surge como tema de investigação enquanto arquiteto, devido à sua pertinência atual. É algo que já existe há algum tempo, mas a disponibilidade perante a mesma era outra. Agora a tecnologia é mais acessível, económica e poderosa, podendo-se instalar a RV em casa com qualidades gráficas bastante aceitáveis. Muitas

empresas no setor do turismo, simulações 3D/ videogames, lojas virtuais e o cinema estão aderindo à RV, potências mundiais também investem na RV, como a NASA, Google, Facebook, Microsoft, Sony, etc... Na linha de outras ferramentas de projeto utilizadas ao longo da história, como o desenho, fotografia, CAD, maquetes e modelos 3D a RV de mãos dadas com a emergente RA (realidade aumentada) parecem ser mais uma opção disponível e viável.

A Arquitetura é a lente de estudo sobre o tema da dissertação, aliciada pela capacidade que a RV tem de colocar o utilizador no interior de uma representação digital. No âmbito de compreender essa necessidade, foi estudada a problemática da representação em Arquitetura, que é algo que está intimamente associado ao processo de projeto. Durante esta fase, o arquiteto imagina o espaço de um projeto que não existe fora da mente dele. Não sendo suficiente, é obrigado a recorrer a diversas técnicas de representação, mas nenhuma que permita uma visita tão imersiva e que simule a escala humana como a realidade virtual. Por essas razões em conjunto com a democratização da tecnologia em questão, o meio da RV desperta grande interesse por parte dos arquitetos.

Com esta dissertação, pretende-se levantar a discussão acerca da utilização da RV como um novo meio ou ferramenta para o arquiteto. Procedendo a uma contextualização da realidade virtual desde as experiências dos anos 60 até aos dias de hoje, procura-se entender o que mudou na forma como se relaciona com a arquitetura e com a sociedade. As primeiras aplicações da tecnologia eram caracterizadas pela exigência de grandes espaços e recursos. Complexas instalações como os *Cave Automatic Virtual Environment* apenas tinham lugar em laboratórios, universidades e aplicações militares como por exemplo simulações aéreas. Contudo, a evolução da tecnologia dos últimos cinco anos, alterou este panorama. A realidade virtual é hoje acessível a quase todos.

Paralelamente, vivemos numa sociedade que assiste a uma evolução da tecnologia, da velocidade da internet, em que a

sua interação com as máquinas que a rodeiam é imprescindível. É uma sociedade cada vez mais global em que as suas ações já não precisam de refletir o espaço onde estão e a informação que recebe já não se resume ao local físico, mas sim a toda uma globalização dos dados e das suas representações.

Para estudar a interação entre a tecnologia de Realidade Virtual e a disciplina da Arquitetura, definem-se três dimensões associadas ao Projeto:

- Conceção e Desenvolvimento
- Apresentação e Comunicação
- Experiência e Objeto

No projeto de arquitetura, será a realidade virtual apenas mais uma ferramenta de processo ou será todo um “escritório digital”? (Giuliano et.al 1996, 161). São novas maneiras de perceber as escalas das formas. Mesmo continuando a usar as mesmas ferramentas, a conversão do modelo 3D para RV é simples. As novas possibilidades de desenho vão desde alternar facilmente pormenores construtivos e mobiliário em constante imersão virtual até à possibilidade de largar completamente o conhecido ecrã. Desenhando com “as próprias mãos”, com a ajuda de sensores e/ou comandos.



Fig. 01 _ Software de desenho criativo que permite desenhar no espaço com uma série de pincéis.

A representação é uma dimensão decisiva no trabalho do arquiteto, que recorre a diversos meios e técnicas para descrever, simular e comunicar o seu projeto. Na linha do desenho, pintura, maquete ou fotografia, a RV surge como mais um meio para apoiar a representação em arquitetura [Fig. 01].

Fig. 02 _ Experiência em realidade virtual em que uma pessoa consegue andar por uma sala livremente.



Com as suas potencialidades gráficas e a democratização crescente, a RV tem despertado um interesse cada vez maior por parte dos arquitetos por razões que são estudadas nesta dissertação. São novas formas de interação com o virtual em imersão técnica, em escala humana e presencial. A RV permite sozinho ou em grupo, a exposição e análise do projeto em todas as especialidades da obra, e nas fases chave, demonstrar aos clientes.

No objeto de arquitetura, considerando o que a realidade virtual nos propõe, é possível organizar o espaço tanto para espaços reais como para espaços digitais/virtuais e será que de certa forma poderemos dizer que o projeto de arquitetura construído pertence a ambos os mundos? Com este paralelismo, a questão seria em que se transforma o objeto de arquitetura com o uso da realidade virtual? Numa sociedade que cada vez mais vive o espaço digital, os arquitetos poderão desenhar esses espaços virtuais/digitais que são agora praticamente habitáveis [Fig. 03].



Fig. 03 _ Loja virtual desenhada apenas para ser acessível pela RV, Mi5VR architects.

Complementarmente, foi desenvolvido uma experiência prática de uma experiência de RV, de ArchViz. Após a disponibilidade da tecnologia necessária, a tarefa incidiu sobre o

espaço da FAUP. A experiência prática da dissertação foi elaborada no contexto do DFL (Laboratório de fabricação digital da FAUP) onde me encontro integrado desde o final de setembro de 2015.

1.4 _ Metodologia

O desenvolvimento desta dissertação combinou estudos de carácter teórico e prático. Em síntese, a realização das seguintes tarefas:

- T1 – Definição da Problemática
- T2 – Pesquisa Bibliográfica
- T3 – Pesquisa de experiências de arquitetos/arquitetura no âmbito da realidade virtual
- T4 – Contacto direto com escritórios e arquitetos
- T5 – Estudo de ferramentas e de alguma experiência na modelação para a realidade virtual
- T6 – Experiência Prática
- T7 – Demonstrações e inquéritos
- T8 – Redação da Dissertação

A investigação começou com um estudo bibliográfico que identificou autores que se debruçaram sobre os vários assuntos que a dissertação magnetiza. Complementando esta investigação, houve contacto direto com 3 empresas portuguesas com trabalho em RV: a *Ground Control Studios*, a *Studio Station* e a *Mimicry*. Internacionalmente, houve diálogo, por correio eletrónico, com 2 arquitetos de 2 escritórios de arquitetura: Bart Chompff da *UN Studio* e Mark Pollock da *Gensler*.

Durante algum tempo experimentei e estudei algumas ferramentas de modelação 3D para rapidamente elaborar o trabalho prático da dissertação. A parte prática integrou o plano de projetos do DFL. Foi executada utilizando um método escolhido para a criação de uma experiência de RV com um modelo tridimensional da FAUP. Este modelo é visionado através de uns óculos de RV, *Oculus Rift* ou *HTC VIVE*, ligados a um computador de alto desempenho gráfico. O resultado do

trabalho prático, traduz um processo que será apresentado no capítulo 4.1.

A experiência prática foi demonstrada e continuada em 4 momentos de difusão: a inauguração da Casa da Arquitetura, a feira de construção CONCRETA 2017, o projeto pedagógico “Novas Realidades”, e o IJUP 2018.

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
2016	Janeiro								
	Fevereiro								
	Março								
	Abril								
	Maio								
	Junho								
	Julho								
	Agosto								
	Setembro								
	Outubro								
	Novembro								
	Dezembro								
2017	Janeiro								
	Fevereiro								
	Março								
	Abril								
	Maio								
	Junho								
	Julho								
	Agosto								
	Setembro								
	Outubro								
	Novembro								
	Dezembro								
2018	Janeiro								
	Fevereiro								

1.5 _ Estrutura

Esta tese está organizada em 5 capítulos incluindo o presente. O primeiro capítulo, a Introdução, apresenta-se como uma introdução às temáticas e objetivos da dissertação.

O Capítulo 2, Contextos do Virtual, terá 3 subcapítulos importantes para a contextualização do tema. Começando pela crescente dimensão do virtual na Sociedade que se apodera de novas tecnologias. O segundo subcapítulo é sobre a necessária contextualização da Tecnologia de RV na história. No terceiro, Arquitetura, é exposta a importância da dimensão virtual na disciplina em duas secções. A condição Analógica e a condição Digital.

O Capítulo 3, Realidade Virtual e Arquitetura, irá expor como as fases do projeto de arquitetura estão a tirar partido da RV e divide-se em 4 subcapítulos. Nomeadamente no âmbito da Conceção, do Desenvolvimento, da Comunicação e do Objeto. Estes quatro subcapítulos também se seccionam em exemplificações mais específicas.

O Capítulo 4 é a experiência prática em que se exemplifica uma experiência de RV realizada pelo autor desta dissertação utilizando a FAUP como caso de estudo. Investigando e documentando o processo de alguns pormenores importantes na transição dos modos de trabalho para a RV e uma projeção das capacidades de uma aplicação à escala da FAUP.

Para finalizar, o Capítulo 5 é a conclusão onde, após esta viagem que é a dissertação, se realiza o balanço desta experiência vivida como pessoa e arquiteto que teve um forte contacto com a RV, refletindo acerca do tema da arquitetura e realidade virtual.

1.6_Contribuições

Com este trabalho pretende-se contribuir para um entendimento da realidade virtual como uma nova ferramenta de apoio ao pensamento e ao projeto de arquitetura, refletindo sobre a sua relação conceptual e operativa com a disciplina. Complementarmente, espera-se despertar o interesse em novas possibilidades no ensino da arquitetura e de como esta se pode estender por novos meios e fins. Apoiando estas ideias, a bibliografia deste trabalho ajudará outros interessados que queiram futuramente pesquisar este tema.

Desde já, o projeto prático realizado, que ilustra e apoia os argumentos da tese, foi objeto de várias demonstrações públicas tendo colhido reações muito positivas e encorajadoras de públicos diversos quanto ao seu valor. O modelo de RV do edifício da FAUP apresenta-se, assim, como uma ferramenta que pode inspirar e informar aplicações futuras para a comunicação desta instituição académica.

A um nível mais pessoal, para além da exploração de um tema do meu interesse, serviu para aquisição de competências práticas que serão importantes para o meu futuro profissional imediato. Paralelamente, serviu também para sedimentar esta tecnologia no âmbito dos processos de investigação do DFL.

Será oportuno referir nesta secção que esta dissertação foi apresentada no Encontro de Investigação Jovem da Universidade do Porto - IJUP 2018- que decorreu em Fevereiro de 2018. Tendo sido apresentado sob a forma de poster e demonstração in-loco, o trabalho realizado foi distinguido com uma Menção Honrosa pela Comissão Científica deste evento.

Capítulo 2 _Contextos do Virtual

A presença do virtual é algo intrínseco na humanidade, é o que nos torna humanos e nos destaca das restantes espécies. É a forma como o cérebro humano evoluiu fazendo-nos pensar e calcular em vez de reagir apenas por instinto. O ser humano desde então vive simultaneamente em duas projeções de si próprio; uma física (corpo) que se vê e está destinada a reagir com os elementos físicos do universo; e outra virtual (pensamento, conhecimento, alma, ...), criada através das nossas viagens e representações mentais do universo e seus habitantes e acima de tudo, da própria pessoa.

O desenvolvimento digital tem vindo a modificar a percepção do que é virtual e tem utilizado a palavra para caracterizar a consequência humana nesse meio. Ações virtuais, que cada vez mais têm consequência no dito mundo real, por vezes só nas nossas emoções e forma de vivenciar o real.

Virtual é algo cuja descrição contém qualidades e estados do mundo real mas que, no entanto, não é físico. A realidade virtual designa uma representação de um lugar ou lugares que não são tangíveis. A partir de 1935, é utilizada esta expressão para designar uma experiência holográfica e mais tarde de imersão digital/virtual. Neste momento a projeção holográfica está ligada aos domínios da realidade aumentada.

Na sua prática, o arquiteto encontra-se constantemente numa interação com o virtual, desde que as primeiras ideias sobre o objeto de arquitetura se começam a formar nos seus pensamentos. Foi então inevitável, que desde da antiguidade, houvesse uma constante procura de meios de representação que ajudassem à compreensão e comunicação dessas ideias, de forma a conduzir a sua futura construção. A Arquitetura, angariadora de várias dimensões e especialidades, será sempre um produto das virtualidades que a constroem.

Importa, assim, refletir sobre 3 contextos que ajudam a definir o virtual e o seu enquadramento na arquitetura: a Sociedade, a Tecnologia e a Arquitetura.

2.1 _ Sociedade

Pertencendo à sociedade, também como arquiteto, deve-se reconhecer o modo como a tecnologia cada vez mais faz parte determinante da nossa vida. O enorme alcance das tecnologias de informação associadas às de comunicação, definidas por Claudia Giannetti, entre outros, como telemática ou como TIC's, alterou o significado de sociedade criando um antes e depois. *“Se antes se falava, na linha macluhaniana, das próteses técnicas como forma de expansão das capacidades físicas e de comunicação humanas, agora constatamos um processo de transplantação, já que está desaparecendo a distância material entre o biológico e o tecnológico. O nexó que progressivamente se vai estabelecendo entre pessoas e máquinas (máquinas entendidas aqui no seu sentido amplo, desde o computador até as redes telemática) está gerando uma transferência de parte dos afazeres humanos à tecnologia.”* (Giannetti 2015)

Com a evolução da telemática vieram reconfigurações das relações de espaço e tempo, em formas que afetaram a nossa vida para sempre. Vivemos numa sociedade que assiste a uma evolução da tecnologia e das velocidades da internet, em que a sua interação com as máquinas que a rodeiam é imprescindível. É uma sociedade cada vez mais global em que as suas ações já não precisam de refletir o espaço onde estão e a informação que recebe já não se resume ao local físico, mas sim a toda uma globalização dos dados. Como disse William J. Mitchell (1995, 43), *“na vida antes da sociedade cyborg, era mesmo preciso estar no lugar”*.

Durante as aulas de Teoria 4, o professor Álvaro Domingues referindo-se ao tema das cidades hipertexto, destacava o papel do ser humano que utiliza diariamente uma

série de próteses cada vez mais evoluídas. Próteses que nos permitem viajar pelas realidades, que vão desde o relógio, ao carro, dos telemóveis aos computadores, óculos de realidade virtual, enfim, todos os aparelhos que de certa forma nos expandem, seja física ou intelectualmente.

William Mitchell denomina a *City of Bits* como a capital do século XXI, sendo “*o ciberespaço a nova promenade arquitetural*” (Mitchell 1995, 24). O mesmo aponta para a definição original de comunidade “*grupo de pessoas vivendo no mesmo sítio, distrito ou país*” (Mitchell 1995, 166) que se dissolve, pois, uma comunidade pode cada vez mais se encontrar apenas no ciberespaço, ou seja, tirando partido de estar no mesmo espaço virtual, e não físico.

Estamos reinventando o habitat humano enquanto nos adaptamos a um mundo híbrido virtual e real. Nicholas Negroponte evocou o ser digital como uma nova individualidade, ao afirmar que “*No ser digital eu sou eu e não um subconjunto estatístico. O eu inclui informação e acontecimentos que não têm significado demográfico nem estatístico.*” (Negroponte 1995, 174).

Na década de 60, quando a televisão começava a causar profundas transformações na sociedade, Marshall McLuhan alertava que “*o homem modifica e é modificado pela tecnologia*”. No seu livro, “*A Galáxia de Gutemberg*” (1962) ele propõe o conceito de Aldeia Global. “*A nova interdependência eletrônica recria o mundo à imagem de uma aldeia, uma aldeia global*” (Mc Luhan 1962, 31). Para ele, os meios eletrônicos rompem as barreiras geográficas e transformam o mundo num grande cenário propício para a comunicação, numa interligação entre todas as regiões do mundo que geraria uma teia de interdependência mútua.

Durante a década de 90, com o desenvolvimento tecnológico da internet, esta ideia de aldeia global acabou sendo superada pelo conceito de sociedade em rede, proposto por Castells “*A aldeia global foi um tema forte e interessante na época em que foi definida, mas foi uma predição completamente*

errônea. Não é uma aldeia, mas uma rede de casas individuais, o que é completamente diferente”, em entrevista publicada no periódico Global Media and Communication (2005, 141).

José A. Bragança de Miranda afirma, “*Uma enorme vantagem da arquitetura virtual é a maneira como se volta contra esta visão. O problema não é a matemática, mas a maneira como esta sobre determina toda a espacialidade. A exorbitação do espaço matemático faz tudo orbitar em seu redor. Está em causa a colusão entre técnica e estética dentro de uma tectónica geral*” (Afonso e Furtado 2006, 105).

Kevin Flynn: The Grid. A digital frontier. I tried to picture clusters of information as they moved through the computer. What did they look like? Ships? motorcycles? Were the circuits like freeways? I kept dreaming of a world I thought I'd never see. And then, one day...

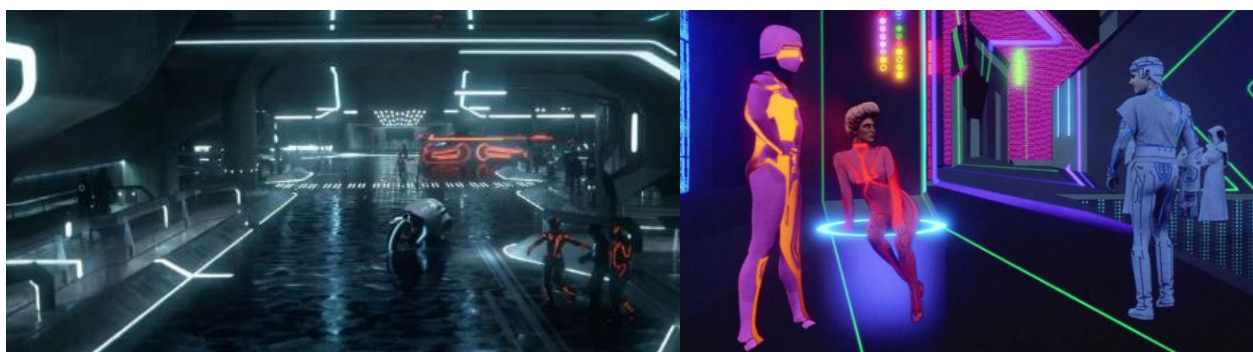
7-Year-Old Sam Flynn: You got in.

Kevin Flynn: That's right, man. I got in.

Fig. 04 _ Imagem e frases retiradas do filme *Tron: Legacy*, a sequência do filme dos anos 80. No primeiro filme Flynn desmaterializa-se para dentro do computador e habita um mundo digital, no segundo filme Flynn cria uma nova cidade à sua imagem e eventualmente perde o seu controlo.

Fig. 05 _ Imagem retirada do filme *Tron* de 1982.

A realidade virtual é um tema recorrente entre os autores que se expressam acerca da tecnologia e a sociedade. A imersão total no digital é algo resultante de um contínuo e previsto evoluir da sociedade moderna a nível tecnológico. Num culminar de ideais literários e representações cinematográficas e no constante trespassar de barreiras que a humanidade exige. Numa era onde grandes distâncias e a própria estratosfera são ultrapassadas todos os dias, parece-nos restar mais uma barreira. Barreira essa que está muito mais perto que os distantes planetas ainda não visitados e tão perto que nos cabe na palma da mão, uma teia de dados invisível que une e alimenta o nosso mundo moderno. Surge o dilema da Fronteira digital, como no filme *Tron*, de visitar um número infinito de mundos virtuais modelados apenas limitados pela nossa imaginação e pela forma como a eles acedemos. Nos dois filmes *Tron*, realizados por Lisberger (1982) [Fig. 04] e Kosinski (2010) [Fig. 05] o espaço virtual é representado através de uma construção de feixes de luz que caracteriza tanto os objetos como as personagens.



Este ambiente virtual de relações sociais e processamento de informação, habitado por práticas quotidianas, pode-se designar como espaço da rede, espaço de conhecimento (Lévy 1994), geografia mental (Benedikt 1991) ou por ciberespaço. Termo que, tendo nascido na obra de ficção científica *Neuromancer* (Gibson 1984), teve uma grande aceitação pela comunidade em geral. Da mesma forma que chamamos de espaço ao vácuo do universo, o ciberespaço tornou-se algo intocável e impossível de absorver na sua integridade.

No entanto, tal como no universo, podemos aceder a uma série de mundos virtuais e digitais que se alimentam de dados que preenchem o ciberespaço. “*A internet é um ambiente que mesmo sem espaço físico, usa metáforas espaciais, por exemplo, é onde temos uma morada, procuramos por sites e navegamos pelo ciberespaço*”(Mitchell 1995).

A rede deixou de ser apenas acessível através de pontos particulares. Com a vulgarização da tecnologia sem-fios, a porta de entrada para a rede deixou de ser apenas uma mesa ao lado do telefone de casa, a porta ou portas podem ser projetadas pela casa.

A internet mudou a forma como vemos e interagimos com o mundo, ao mesmo tempo que oferece um mecanismo de alienação do dito mundo real. O raio de alcance da internet sem fios acaba determinando o agregar de uma sala, uma casa, um restaurante, um centro comercial ou até de um espaço público na cidade.

Este fenómeno que se nota cada vez mais na sociedade, traduz-se numa necessidade de se permanecer conectado com o mundo virtual. Temos o exemplo das redes sociais, do *Facebook* e do *Instagram*, por exemplo, onde acontece uma atualização constante de um conteúdo feito para as pessoas, pelas pessoas, qualquer que seja a intenção diluída no processo.

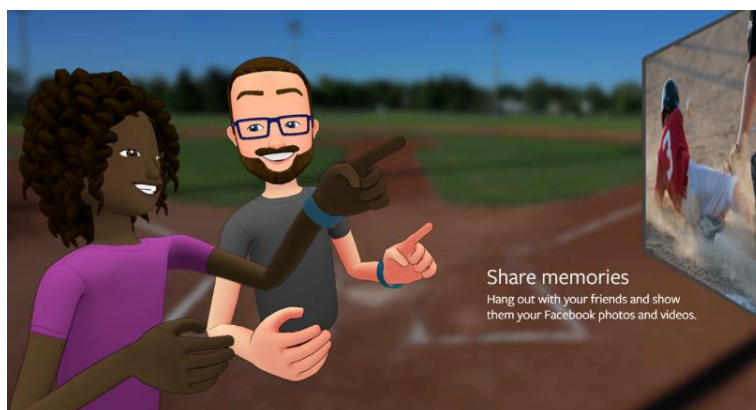
Neste processo de crescente acessibilidade Sherry Turkle, psicóloga clínica e professora de estudos sociais no MIT, interessou-se pelas muitas possibilidades que a tecnologia

prometia nos anos 80, nomeadamente, sobre a interação humana sem limites corpóreos. Depois de 30 décadas a estudar a forma como os humanos interagiam com as máquinas, cresce um receio acerca da quantidade de interação humana que estamos dispostos a delegar aos robôs. Contrariando o afastamento humano, a sua mais recente publicação é um livro que defende uma necessária reclamação da conversação, opondo-se a efeitos negativos da comunicação digital.

Neste novo mundo tecnológico que vivemos existe uma ênfase cada vez maior no *upgrade* pessoal, ou seja, o desejo de facilitar cada vez mais a vida através de *upgrades* digitais, “*a Tecnologia Digital é capitalismo em hyperdrive, ...*” (Franzensept. 2015). O mundo está-se a transformar em um Mundo de Oz, onde as virtualidades pesam tanto quanto as realidades. Em simultâneo, crescemos como humanos e como avatares digitais.

O *Facebook* apresenta outra estratégia, querendo liderar a socialização digital e adquirindo a empresa que impulsionou a realidade virtual, o próximo passo desta empresa é a imersão digital com os novos óculos de RV disponíveis ao público. O *Facebook Spaces* [Fig. 06] parece subverter a mencionada reclamação da conversação, materializando o dito *chat room*, promovendo uma interação presencial num quarto ou quartos virtuais. Não é a primeira aplicação do conceito, mas é a que transporta diretamente esta empresa de referência das redes sociais para a RV.

Fig. 06 _ Imagem da aplicação para RV social, o Facebook Spaces.



Com a aceitação e solidificação da RV como meio eficiente de acesso ao ciberespaço, virão novas discussões da materialidade e ação humana e do impacto social em meios digitais. Pereira reforça, “*a dualidade físico/virtual não é novidade, não se definiu melhor, não se desequilibrou, atingiu apenas um estado evolutivo, com outros parâmetros relacionais a partir dos quais se compreende que uma materialização não se realiza só no físico como no virtual, e que a realidade física é mais possível e múltipla do que verdadeira e única.*” (2014, 37)

O desejo de visitar ou viver outras realidades é inevitável. Desde a antiguidade que escrevemos e lemos histórias que mesmo baseadas na realidade, provocam uma viagem mental que percorremos visualmente. O que agora se chama de realidade virtual, uma realidade paralela que não se muda conforme a interpretação, a visita a um espaço tridimensional num aparelho de RV, significa que a forma espacial é potencialmente igual para todos. Contudo, a experiência de cada um, será sempre diferente. Tal como na realidade, cada pessoa deambula pelo mesmo espaço de uma forma diferente, construindo memórias próprias.

Independentemente das vantagens e desvantagens da imersão virtual onde as possibilidades parecem infinitas, todos nós teremos uma razão que nos fará usar a tecnologia. O discurso parece o mesmo da dependência ou vício. Será que no futuro estaremos a utilizar a RV para fugir de uma realidade? Para visitar outra? Para juntar as duas realidades?

Será um problema de debate público no que tocará ao uso deliberado da RV, mas parece indiscutível a importância e inevitabilidade da sua utilização em vários sectores.

Como veremos no próximo capítulo, o sector militar já usufrui de RV desde cedo e é um dos principais investidores da tecnologia até aos desenvolvimentos correntes da RV. Utilizada durante muito tempo para simulações de voo, a RV já permite simulações de combate avançadas [Fig. 07] e de treino de tiro.

Na medicina, a imersão virtual permite uma visualização e interação com o planeamento de cirurgias arriscadas [Fig. 08],

fornecendo uma memória espacial do corpo do paciente e perspectivas realistas de intervenção.

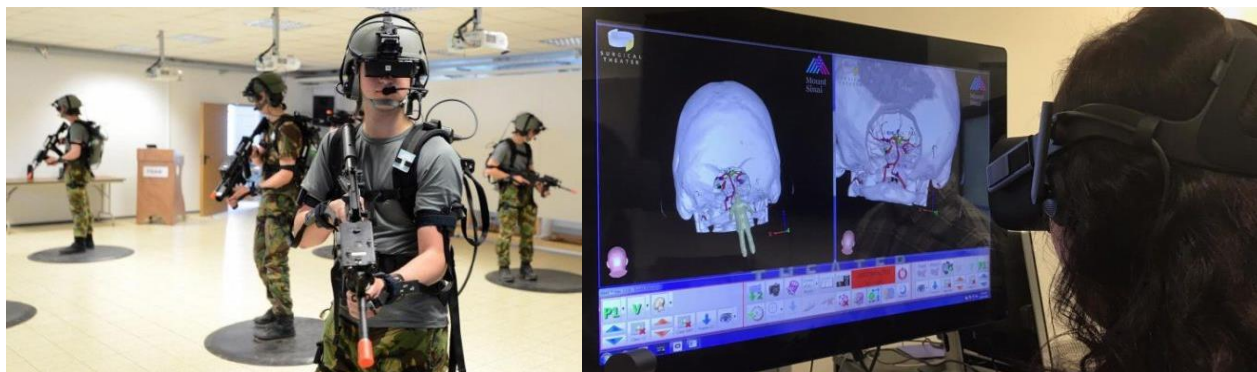


Fig. 07 _ O sistema de VR militar *Dismounted Soldier Training System* (DSTS) desenvolvido pelo exército dos EUA.

Fig. 08 _ Simulação e estudo de uma intervenção no crânio, em imersão virtual, utilizando um Oculus Rift.

Fig. 09 _ Programa de RV móvel, UPTIME, que ensina a língua inglesa através de variadas temáticas.

Fig. 10 _ Aplicação em lojas de supermercado online em imersão virtual, replicando a experiência física, com elementos aumentados.

A educação terá acesso a kits de RV e dessa forma, imergir turmas inteiras no espaço [Fig. 09], em museus ou cenários da antiguidade, a imaginação é o limite. O ensino será potenciado se este deixar de ser apenas palavras e imagens, mas também memórias de habitar o espaço ou de estar na presença do tema de estudo.

Lojas online em RV, terão um mostruário virtual e os clientes poderão explorar variadíssimos espaços virtuais e como no exemplo da figura 10, será possível atingir uma experiência interativa semelhante à que temos no mundo físico.



Para o estudo e ensino da arquitetura, as aulas de história poderão acontecer nas versões virtuais dos edifícios a estudar. A RV complementar a bidimensionalidade da fotografia, plantas e cortes proporcionando uma maior compreensão do tamanho dos projetos de arquitetura ao longo dos tempos.

No próximo capítulo, será contextualizada a RV pela história moderna. Captando e transmitindo o percurso da tecnologia até a sua mais recente pertinência.

2.2 _ Tecnologia

As ideias por detrás dos sistemas de Realidade Virtual (RV) não são novas. Como foi mencionado na secção anterior, a concepção de espaços virtuais já acontecia antes da criação da perspetiva e do seu uso pelos mestres da representação. Os contadores de histórias ligados à literatura, ao teatro e à fotografia também trazem a possibilidade de nos transportar para outros mundos, com ou sem a ajuda da imagem. Deve-se, antes de falar sobre os aparelhos de RV, abordar historicamente os conceitos e representação da RV. Conceitos esses que se tornaram numa metáfora da interação do ser humano com o virtual e digital.

A primeira referência à RV dos dias de hoje, foi escrita por Stanley G. Weinbaum em 1935. Na curta obra denominada como *Pygmalion's Spectacles*, ele descreve um sistema de óculos de realidade virtual, com gravações holográficas de experiências fictícias.

Em 1938, Antonin Artaud descreveu a natureza ilusória das personagens e objetos do teatro como “*la réalité virtuelle*” numa coleção de trabalhos escritos *Le Théâtre et son double* (1938). O desenvolvimento e especulação da RV tem um grande peso na temática de ficção científica e até mesmo quando não é designada dessa forma, como Realidade Virtual.

Por seu lado, Ray Bradbury escreveu em *The Veldt* (1950) acerca de um lugar virtual que se torna cada vez mais real, explorando as consequências da criação de um mundo animado. Já o livro de Michael Frayn, *A Very Private Life* publicado em 1968, descreve uma heroína cuja experiência de vida se processa num ambiente virtual imersivo.

Mais recentemente, uma das obras chave da cultura digital, é o livro *Neuromancer* de William Gibson (1984). Esta obra é a primeira ideia de ficção científica onde as personagens se conectavam diretamente à *matrix* do ciberespaço, através de elétrodos embutidos no cérebro. A realidade virtual é apresentada

como um imersivo mundo virtual de dados visualizados em coloridas formas geométricas.

No entanto, a temática da RV é introduzida ao grande público por métodos mais animados como bandas desenhadas, desenhos animados e o cinema. É o caso do filme de Lisberger, *Tron* (1982), que apresenta a RV num enredo passado em grande parte numa rede de computadores caracterizada por um espaço digital feito de luz. Um ano depois, o filme *Brainstorm* (Trumbull 1983) apresenta um aparelho que permite a transmissão de experiências e emoções, na qual os inventores são então confrontados com as atrações e perigos da tecnologia. Já em *The Lawnmower man* (Leonard 1992), o material utilizado foi o de uma empresa que explorava a tecnologia, a VPL. No entanto a experiência caracterizada pelos óculos no filme não era de todo possível nos *standards* da época.

Importa, pois, perceber um pouco sobre a evolução da tecnologia que progressivamente conduzirá ao momento actual de acessibilidade e desenvolvimento. Em seguida retratam-se algumas das etapas que descrevem essas mudanças.

O método de aceder à Realidade Virtual conheceu algumas contribuições ao longo dos anos que impulsionaram o aparecimento de fórmulas para aceder a mundos virtuais com diferentes graus de imersão e qualidade gráfica. Uma das primeiras formas de aceder a mundos virtuais foi através do Panorama, que foi construído e inaugurado em Londres de 1793 e tornou-se popular ao longo do séc. XIX. Eram grandes estruturas redondas com um deck de visita construído no centro do espaço. Na plataforma, as pessoas podiam apreciar o panorama pintado ao longo da parede que rodeava o espaço, utilizando os métodos de perspetiva mais avançados que permitiam ser aplicados em superfícies cilíndricas e transmitir a sensação de estar num espaço diferente.

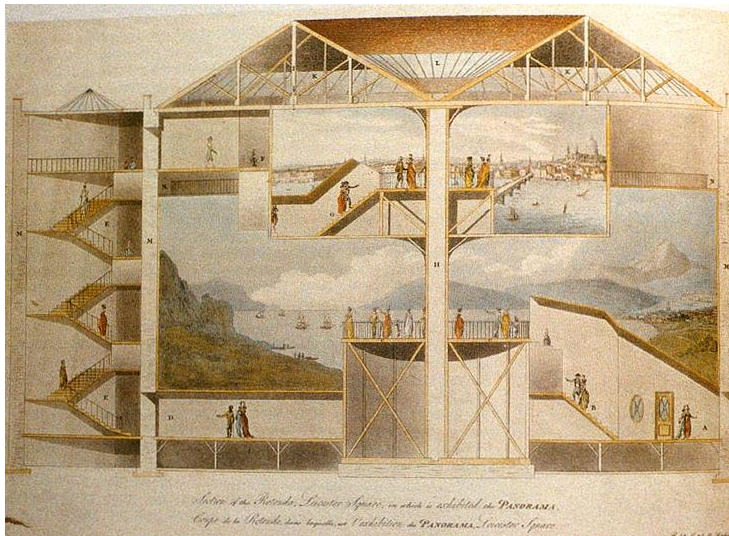


Fig. 11 _ Secção do panorama de Robert Barker em Leicester Square, Londres.

Algumas décadas depois, seguindo a mesma intenção de imergir o utilizador num espaço virtual, foi inventado o estereoscópio por Charles Wheatstone. O aparelho procura simular a perceção de distância ou efeito 3D na visão humana, que não se tem quando se olha para um quadro. Para esse efeito, desenhava-se uma imagem para cada olho e, uma vez que ambas tinham em conta a distância entre os dois olhos, a sensação final era a de observar objetos tridimensionais no espaço. Ao longo dos anos seguintes são introduzidas máquinas fotográficas com duas capturas e mais tarde, câmaras de filmar para filmes estereográficos.



Em 1950 é inventado o Sensorama [Fig. 13] que se baseava em envolver a pessoa no filme estereográfico conjuntamente com som, vento, cheiro e vibração.

Fig. 12 _ Seguindo os avanços tecnológicos da fotografia, em 1939 aparece o View Master que se tornou a forma mais conhecida desses tipos de aparelhos.

Fig. 13_ Em 1962 Morton Heilig construiu um protótipo de sua ideia, batizando-o de Sensorama, junto com cinco curtas a serem exibidos. Concebido mesmo antes da computação, o Sensorama é um aparelho que funciona até hoje.





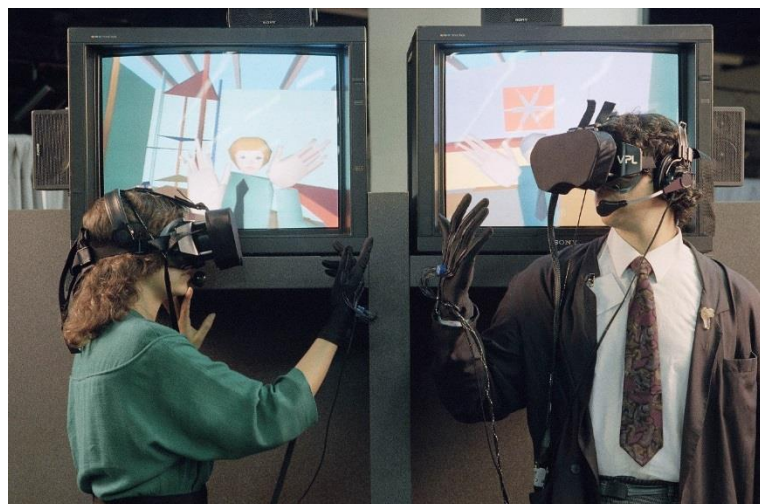
Fig. 14_Na esquerda, a *sword of Damocles* de 1968.



Fig. 15_ Na direita, o *Sketchpad*, um editor gráfico desenvolvido em 1963, é o primeiro editor gráfico orientado a objetos.

Conhecido pela invenção da interface gráfica *Sketchpad* [fig. 15], Ivan Sutherland, foi o primeiro a sugerir o uso de *stereographic head-mounted displays* nos anos 60. Em 1968, com o seu aluno Bob Sproull, criaram o primeiro dispositivo de RV, para colocar na cabeça, conhecido como a espada de Damôcles [Fig. 14], ligado a um computador. Como o seu peso era pouco confortável de utilizar, o dispositivo encontrava-se suspenso por uma estrutura e o utilizador tinha de estar imóvel para ficar ligado. O computador gerava gráficos muito primitivos de estruturas de quartos e objetos.

Fig. 16 _ Fotografia de 1989, Duas pessoas demonstram o systema EyePhone que usa uns óculos(HMD) e a DataGlove que os permitia ver e mover objetos no ambiente criado por computador.



No ano de 1987, o termo *realidade virtual* é aplicado no campo da tecnologia, através de Jaron Lanier, fundador do laboratório de programação virtual *VPL*, que desenvolve uma gama de dispositivos de realidade virtual como o *Dataglove* e o

EyePhone. Estes aparelhos não conseguiam gerar muito mais que 5 a 6 fotogramas por segundo, muito mais lento que a frequência da televisão actual de 30 frames/s [fig. 16].

No início da década de 90, começam a aparecer e vulgarizarem-se as máquinas de jogos - *Virtuality Group Arcade Machines*. Em 1993, surge a conhecida empresa *SEGA*., anunciando uns óculos de RV. No entanto, dificuldades técnicas fazem com que este dispositivo não passe do protótipo. A indústria dos jogos continua a fazer incursões na RV e, em 1995, a *Nintendo* lança uma consola de jogos 3D, a *Nintendo Virtual Boy*, também considerada um insucesso.

O desenvolvimento de simuladores de voo foi decisivo para o desenvolvimento dos sistemas de RV. Muita da tecnologia necessária para RV foi desenvolvida para simuladores de voo militares, onde a capacidade financeira é considerável. Grande parte do trabalho foi desenvolvido por Tom Furness no *Armstrong's Medical Research Laboratories* da Força Aérea dos Estados Unidos. O grupo desenvolveu o cockpit especial *VCASS* (*Visually-Coupled Airborne Systems Simulator*), onde o piloto usa um *head-mounted display* que demonstrava a vista das janelas com gráficos 3D. Também se fizeram simulações de voo em sistemas *CAVE* [Fig. 18].



Referindo-se a ambientes imersivos tipo “caverna”, os *Cave systems* foram os sistemas de realidade virtual mais estáveis criados pouco depois dos *HMDs* (*head mounted displays*). Como se vê nas figuras [Fig. 18], o sistema utiliza projeção de imagem desde o chão até ao teto de forma a cobrir o máximo possível do campo de visão. Através de uns óculos estereográficos é possível simular a percepção de distância. Nos óculos encontra-se o



Fig. 17 _ Arcadas de RV *Virtuality Group Arcade Machines*.

Fig. 18 _ Um sistema de cave com o um cockpit construído com todos os botões e formas necessárias.

aparelho que deteta e transmite o movimento da cabeça e permite ao computador calcular as distorções que tem que impor à imagem de modo a que o resultado final seja adequado à vista humana. Visto por fora é possível verificar algum grau de distorção intensificado pelo encontro dos planos da “caverna”. [Fig. 19, 20 e 21]

Fig. 19 _ Um sistema de cave de dois planos verticais.



Fig. 20 _ Um sistema de cave 3 planos verticais e um horizontal. **Fig 21** _ Sistema de cave em forma de pentágono, 5 planos verticais e um horizontal.

Ao nível de interfaces mais pequenas, os primeiros exemplos de óculos de realidade virtual vendidos ao público são os VFX-1 de 1995 [Fig. 22], lançados numa altura em que os computadores domésticos começam a receber e a poder correr os primeiros jogos e aplicações 3D. Mas esta tecnologia não se popularizou. Devido a limitações tecnológicas, os gráficos de computador ainda eram fracos, e acabavam por não enaltecere a experiência. Apesar do preço ser mais acessível, não se justificava a sua aquisição pela falta de fluidez e suavidade na

experiência de RV. A dessincronização dos elementos, conduzia a enjoos por parte dos utilizadores.



Fig. 22_ O Vfx1 headgear. Além dos óculos de RV, o pacote incluía uma placa “VIP” que uma vez montada no computador e ligada á placa gráfica, fazia a transmissão da informação visual, áudio e atualização da rotação da cabeça. A resolução de imagem era de apenas 263 x 230 LCD.



Fig. 23_ Fotografia do jogo *Descent*, lançado em 1994, um pouco distorcido pela lente do óculo.

Fig. 24_ Captura das duas imagens que eram transmitidas para os pequenos ecrãs do jogo *System Shock* de 1994.

Na passagem para o século XXI, a primeira década é conhecida como o inverno da RV. Mesmo com alguma, mas pouca, cobertura jornalística de 2000 a 2012, o estudo da RV continuou em laboratórios empresariais, académicos e militares por todo o mundo (Jerald 2015). “*Os gráficos 3D continuaram a evoluir, mas tornou-se cada vez mais raro referir-se a eles como “realidade virtual”. Empresas apresentavam periodicamente os sistemas de realidade virtual, mas apesar de algumas vozes contra, “a morte da RV” tornou-se uma narrativa padrão.*” (The Verge 2016).

No entanto, em 2012, um jovem empresário chamado Palmer Luckey apresentou uns óculos de realidade virtual por \$300 (na sua primeira edição) chamado *Oculus Rift*. Recorrendo aos computadores domésticos devidamente atualizados, os *Rift* tornam-se um símbolo do ressurgimento da RV, sendo a sua tecnologia adquirida pelo *Facebook* por 2 biliões em 2014. Este investimento fez ressurgir um interesse mundial pela RV,

despoletando o apetite crescente de várias empresas pela liderança desta tecnologia.

O *Oculus Rift* apenas teve a sua saída comercial no início de 2016. Palmer Luckey diz que o que fez com que as pessoas parassem de fazer boa RV e de resolver os seus problemas não foi de ordem técnica. Um *Oculus Rift* podia ser produzido em 2007 por poucos milhares de dólares e em meados de 2008 por volta de \$500. Contudo, ninguém estava a prestar a devida atenção (The Verge 2016).

O sucesso da campanha do *Oculus Rift* remexeu com as ideias e componentes eletrónicos que suportavam a criação de um dispositivo de RV. Os ecrãs utilizados nos óculos eram apesar de tudo das mesmas fábricas de onde vinham os ecrãs dos telemóveis. Com esse pensamento em mente, foi apenas necessário colocar duas lentes entre os olhos e o ecrã que digitalmente se divide em dois, revelando uma imagem para cada olho. O único problema reside no facto do telemóvel ter que processar toda a experiência sozinho, desde a fotografia e vídeo, ao 3D. Em meados de 2014, a *Google* apresenta o *Google Cardboard* [Fig.**] que utilizando apenas as especificações de um smartphone, converge anos de investigação em RV num “simples” telemóvel. No fim de 2015 a Samsung em parceria com a *Oculus* define o estado da arte da RV de telemóveis com o *Samsung Gear VR* que utiliza os seus telemóveis mais potentes do mercado conjuntamente com uns óculos personalizados que permitem melhor deteção de movimento.

Com a crescente vulgarização da tecnologia, no início de 2017 as peças requeridas para um próximo passo na RV móvel começam a estar disponíveis nos *smartphones* de várias marcas nas média-alta gamas. Especializando-se em hardwares mais atualizados, a Google lançou uma plataforma de RV móvel de alta gama, o *Daydream* [Fig. 26]. Estes dispositivos possibilitam experiências mais suaves e mais interativas com a adição de um comando cujo movimento também é detetado em todos os eixos.



Fig. 25_ Google Cardboard



Fig. 26_ Google Daydream

O grande interesse da indústria móvel em RV originou um outro conceito, o *standalone VR* [Fig. 27]. Trata-se de um aparelho/capacete ou óculos de realidade virtual de funcionamento autónomo, ou seja, é todo o hardware que os smartphones utilizam para RV, retirando o que não é necessário para o efeito e adicionando algo extra que amplifique a experiência virtual. Permite um aproveitamento a cem por cento da máquina pelos programas e diminui o investimento financeiro de quem quer entrar nos mundos virtuais sem atualizar o telemóvel a preços exorbitantes.

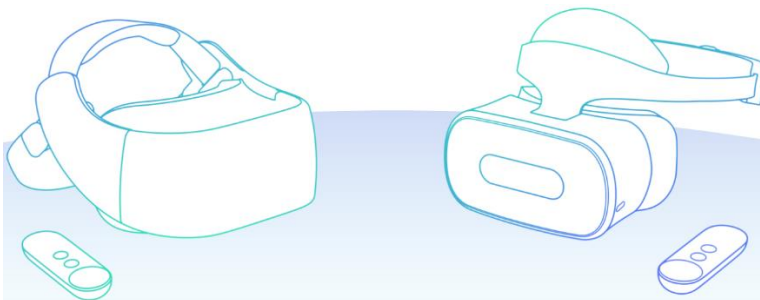


Fig. 27_ Dois óculos RV standalone em pareceria com o sistema Daydream, da esquerda para a direita, o capacete todo em um da empresa HTC e Lenovo.

Nos anos mais recentes, emergiu, paralelamente, um outro nível de relação entre a realidade física e a dimensão virtual: a realidade aumentada (RA). Tal como nas clássicas ficções científicas, mas agora muitíssimo mais realista, a RA encontra semelhança no conceito de holograma. É o mundo real que se vê acrescentado de algo mais pela fusão com um mundo virtual. A barreira que separa os dois mundos transparece e as duas realidades sobrepõem-se. Ao contrário dos ambientes digitais imersivos (sobreposição à realidade) que dependem dos sistemas de imersão e do detalhe/qualidade do espaço virtual, no caso da realidade aumentada e hologramas, é a realidade virtual que invade o mundo material convertendo-o num espaço híbrido onde ambas as realidades partilham o mesmo ambiente. Os métodos de realidade aumentada consistem na apresentação de informação visual sobre o real ou algo filmado, como nalgumas aplicações de telemóveis, por exemplo [Fig.28].

Fig. 28_ Três capturas de ecrã do jogo de RA de telemóvel “Pokémon GO”.



Fig. 29_ O Microsoft HoloLens

A forma mais recente e apelativa de RA consiste na utilização de um visor, ou óculos, com um ecrã transparente que reflete luz e transmite informação visual e virtual com mais ou menos translucidez. O exemplo mais conhecido é o *HoloLens* da Microsoft [Fig. 29 e 30], que funciona um pouco como um smartphone que se coloca na cabeça e no qual as aplicações (apps) são todas holográficas e comandadas por gestos e voz, à semelhança da ficção científica. Hoje em dia também estão a ser anunciados e testados aparelhos de RA que refletem a luz dos ecrãs de telemóvel [Fig.31].



Fig. 30_ Montagem que demonstra a imagem dada pelo *Hollolens* a correr um programa de ensino dos planetas.



Fig. 31_ Imagem do aparelho de RA que utiliza um telemóvel e uma aplicação prática de Xadrez do *Star Wars*.

Assim, a democratização da realidade virtual está em marcha acelerada. Os preços da interface estão cada vez mais acessíveis, e há cada vez mais pessoas envolvidas no desenvolvimento de softwares e conteúdos. Com esta dinâmica, aparecem cada vez mais empresas a criar os seus próprios *HMD's*, alargando mais ainda as capacidades tecnológicas. Como o *HTC VIVE* (da *HTC* e *Valve*) que explora o *room scale* e o *OSVR* (*Open Source VR*, da *Razer*) [Fig. 32] que introduz a RV num software *open source*, onde qualquer um poderá construir os seus próprios óculos de RV adquirindo e montando as peças.

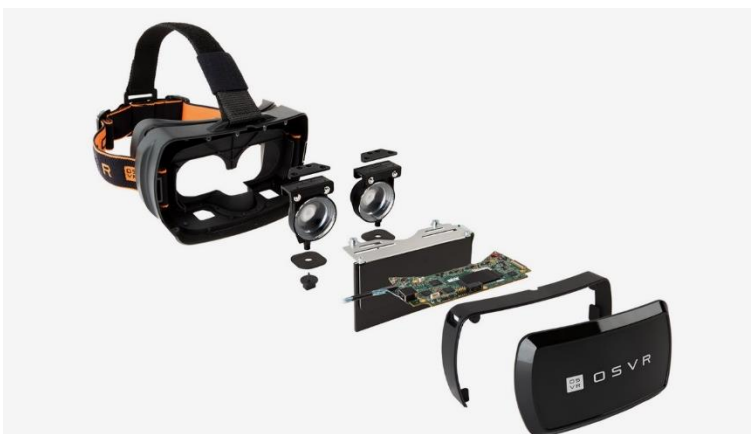


Fig. 32_ O OSVR versão DK2 montado pela Razer, no entanto, estão disponíveis as instruções para construir o próprio através de impressão 3D e encomenda das peças individualmente.

O centro do desenvolvimento dos aparelhos de realidade virtual encontra-se nos EUA, dificultando a disponibilidade da tecnologia na Europa onde são aumentados os preços devido a taxas de deslocação e revenda. No entanto, os preços não são proibitivos e haverão de se tornar semelhantes pelo mundo todo num futuro próximo. Hoje em dia, os óculos de realidade virtual que utilizam o forte processamento tridimensional dos computadores são as melhores experiências que o público consegue obter. Usufruindo de uma biblioteca de programas que cresce em consequência dos investimentos feitos na indústria da RV incluindo muitos videojogos [Fig.33] e algumas ferramentas [Fig.34].

Fig. 33_ Imagem retirada do videojogo Robo Recall, que é oferecido com o Oculus Touch, que envolve utilização de armamento virtual contra os robots e usa como cenário 3 zonas de uma cidade virtual, com detalhes vibrantes.

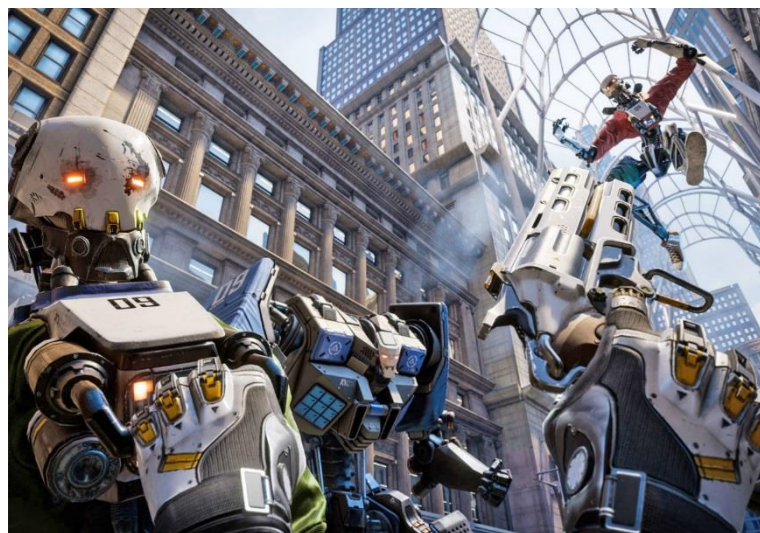


Fig. 34_ Imagem retirada da aplicação In Medium, uma ferramenta de escultura virtual, que permite a utilização de vários utensílios de modelação.



Os hardwares de realidade virtual imersiva para computador que lideram o mercado são o HTC VIVE (pvp 600\$) e o Oculus Rift por (pvp 400\$). Ambos os sistemas viram o seu preço descer bastante desde que foram lançados comercialmente. Um dos problemas actuais ainda são os cabos que ligam aos óculos de RV embora, no caso dos HTC, já exista um aparelho

que permite a utilização do VIVE sem fios. Os dois óculos de RV mencionados utilizam captura de movimento “de fora para dentro”, cada um com tecnologias e patentes diferentes.

No final de 2017 a Microsoft também os lançou óculos de RV *Windows Mixed Reality* construído por seis marcas diferentes com preços que vão dos 400\$ aos 500\$. A diferença está em utilizar uma captura de movimento “de dentro para fora” que tira partido de duas câmaras que detetam e digitalizam o espaço físico.



Fig. 35_ Os seis modelos de Windows Mixed Reality:

Samsung HMD Odyssey, **Dell** Visor, **HP** Headset, **Lenovo** Explorer, **Acer** Headset e **Asus**.



Fig. 36_ Pacote HTC VIVE que inclui capacete, comandos e os lighthouses que são necessários na captura de movimento.



Fig. 37_ O pacote do Oculus Rift inclui dois sensores, os óculos e os dois comandos (Oculus touch). Para realizar um room scale semelhante ao do HTC VIVE é necessário obter mais um ou dois sensores (a ~50 dolares cada).

O investimento para entrar na RV nunca esteve tão baixo, mesmo contando com o custo associado à aquisição de um computador devidamente preparado. O componente central para a RV é a placa gráfica, responsável pelos gráficos 3D utilizados maioritariamente nos videojogos de ecrã. No entanto, as aplicações de RV vieram exigir ainda mais das placas gráficas, obrigando a maiores taxas de FPS (imagens por segundo). Actualmente, considera-se o mínimo de 90 FPS para que não haja uma dissonância com a visão humana. A RV é uma experiência diferente e uma vez que nos ocupa toda a visão, necessita de reagir o mais fielmente possível aos movimentos da cabeça. O cinema e o videojogo, por outro lado, são reproduzidos nas duas dimensões do ecrã, onde são utilizados 24/30 FPS no cinema enquanto os videojogos são melhores experiências em 60 ou mais FPS.

Como uma forma de entretenimento que tem como objetivo transportar-nos para variados mundos virtuais com as suas diversas narrativas e representações 3D, foi a indústria dos videojogos que impulsionou os novos dispositivos de RV. Alguns arquitetos já utilizavam os motores gráficos de renderização em tempo real para a representação dos seus projetos pois introduziam a possibilidade de se movimentar pelo objeto digital em primeira pessoa. Essas simulações não seriam tão realistas como o render, mas dão a possibilidade de interação e de animação de objetos. A migração do *workflow* das simulações 3D para RV é tão simples quanto mudar a câmara virtual, mas traz o dilema de como se movimentar no novo ambiente com o mínimo de incómodo e máxima imersão. A integração da RV no campo da arquitetura será o objeto de discussão da próxima secção.

2.3 _ Arquitetura

A arquitetura é, ao contrário de outras atividades, uma disciplina que mobiliza e depende de um conjunto largo e diverso de intervenientes. Desde o cliente ao arquiteto, passando pelos especialistas, construtores e demais colaboradores, o projeto envolve todo um processo de comunicação que necessita e que se quer o mais eficaz possível entre todos. Esta troca de informações recorre a vários métodos e tem propósitos muito diversos. No essencial da questão está a solução ao problema de arquitetura – é ela que se quer descobrir, caracterizar, evoluir, visualizar, apresentar, e finalmente, construir.

O objeto de arquitetura aconteceu quando o abrigo humano necessitou ser mais do que apenas um abrigo, aumentando em tamanho e contendo cada vez mais elementos necessários ao conforto. Nisto, quando deixou de ser nómada, o ser humano construiu casas, castelos e cidades. Onde, eventualmente, o estudo do construído tornou-se consciente e sistemático, e os primeiros arquitetos representaram suas ideias através da escrita e do desenho, num processo que aproximou cada vez mais a realidade construída com a da sua virtualização inicial. Chegando ao ponto em que a virtualização da arquitetura, através do avanço tecnológico, permitiu a transcendência da mesma, havendo arquitetura que se representa e existe apenas em espaço virtual. Deparado com objetos de arquitetura de meio digital e virtual, Tohmssen afirma *“The combined reality and unreality of these spaces exhibits perceptual and poetic qualities of an intensity previously unknown. The virtual or imaginary spaces that once existed only in our minds, as dreams or edifices of thought, have become virtually real.”* Ao mesmo tempo que a sociedade se transforma e virtualiza com a tecnologia digital, a arquitetura também.

Como diz Sousa *“A natureza e a história da Architectura demonstram que a sua relação com a virtualidade é diversa, não sendo exclusiva da interferência das tecnologias digitais. Por*

exemplo, ao nível metodológico, será consensual afirmar que durante a fase de projecto a solução arquitectónica que se persegue é virtual, e que se vai actualizando, ao longo de um processo evolutivo e criativo, numa série de representações” (Sousa 2005)

Uma das primeiras obras a procurar explorar a dimensão virtual através das novas tecnologias foi o pavilhão H2O de Lars Spuybroek / NOX [Fig. 38]. Habitado por um sistema multimédia de luz e som, activos através de sensores e interfaces, a vivência do espaço altera-se com a ocupação e interacção individual dos visitantes. *“Simultaneamente, a geometria complexa deste edifício contribui para a criação de um ambiente dinâmico que constantemente provoca os sentidos e desafia a percepção”* (Sousa 2005). Outro exemplo provocador é o de uma arquitetura aparentemente informe, o Blur Building [Fig. 39] de D+S (Diller e Scofidio) de 2002. Mesmo que materializado com maquinaria e estrutura metálica, o objeto construído por cima do lago não apresenta forma fixa e assume-se uma nuvem de vapor de água em permanente reconfiguração.

Fig. 38 _ Fotografia do interior do pavilhão H2O de Lars Spuybroek / NOX



Fig. 39 _ Fotografia do Blur Building de D+S (Diller e Scofidio) de 2002



Estes edifícios apresentados criam uma certa realidade virtual pela forma como não se apegam apenas às materialidades do real para existir, debruçando-se em técnicas de

virtualização na criação de experiências ou viagens a espaços virtuais e de certa forma imateriais. O ressurgimento da Realidade Virtual como ferramenta de representação imersiva está a quebrar novas barreiras, inserindo o observador, ou utilizador, no objeto digital de forma convincente.

Para estudar os novos limites da representação em arquitetura, serão postos em consideração, métodos de representação importantes ao longo da história da prática de arquitetura, considerando-se duas condições para o desenvolvimento do projeto: uma Analógica e outra Digital.

2.2.1 _ Condição Analógica

Quando os arquitetos não conseguem executar os seus projetos, ou são impedidos de tal por qualquer razão, eles imaginam e desenham fantasias arquitetônicas ou escrevem manifestos. Dependendo constantemente de uma representação de si própria, o alojamento da arquitetura na mente humana não é suficiente. Joaquim Vieira escreve que o desenho/representação segue três domínios ou instâncias, a conceptual, a perceptiva e a operativa. *“Aí se conjugam os fatores sentimentais, intuitivos, racionais e preceptivos. Estão presentes em cada desenho e autor em níveis e intensidades variadas e são elas que caracterizam o desenho.”* (Vieira 1995)

O artista renascentista, arquiteto, e teórico Leon Battista Alberti, citado por Or Ettlinger (2013) descreveu a obra de pintura como uma janela para onde podemos ver o mundo visível. Décadas depois, Leonardo da Vinci, citado no livro de Gombrich (1960), afirma que *“a perspectiva é nada mais que ver um espaço atrás de um plano de vidro, bem transparente, numa superfície onde os objetos atrás do vidro terão que ser desenhados”*. A *“Teoria do Espaço Virtual”* de Or Ettlinger (2008) propõe que esta metáfora se mantenha quando se fala em fazer sítios virtuais, exceto quando não estão limitados apenas à técnica da perspectiva.

Mesmo que algo não exista no mundo físico, pode existir virtualmente desde que a sua representação consiga emular no nosso cérebro algumas das sensações necessárias e semelhantes às que os espaços reais nos transmitem. São vários os processos e os dispositivos de ilusão, para que um ambiente representado pareça que existe ou existiu. O arquiteto/a tem então a possibilidade de recorrer a um número variado de meios de representação, cada um com as suas variações e também sinergias quando utilizadas em conjunto.



Fig. 40 _ O Exorcismo dos Demónios de Arezzo, 1295-1300, Giotto.

Pretende-se apontar alguns métodos de representação de modo a haver uma comparação entre as várias iterações de representação em arquitetura. Todas elas têm em comum a função de representar espaço virtual, tanto nas inspirações materiais como nas imaginárias.

Até ao desenvolvimento da perspetiva, as principais representações usadas em arquitetura, conhecidas desde o tempo de Vitrúvio, eram a planta e o corte/alçado que ainda hoje são indispensáveis.

Quanto à representação da arquitetura em pinturas medievais segundo Or Ettlinger (2008), essas podem ser consideradas como texto visual pois acabam por apenas nos dar pistas de um espaço arquitetónico deixando o resto para a imaginação do “leitor”. As tentativas de representação distanciavam-se demasiado dos edifícios ou cidades que representavam embora seja possível admitir os espaços representados como abstratos e apenas presentes nas pinturas.

Fig 41 _ Trinità (1427-1428) de Masaccio



Segundo Ettinger (2008), a transição da idade média para o renascimento pode ser determinada pelas obras de Giotto [Fig. 40], que é muitas vezes considerado como o elo de ligação entre os dois períodos, ao expressar algumas características de cada época. Sendo artista e arquiteto, as pinturas de Giotto são ricas em cenários arquitetónicos de desenho e construção elaborada, atingindo um realismo pictórico que vai além da tradição medieval de texto visual [Fig.**].

É com o desenvolvimento da perspetiva linear de Filippo Brunelleschi que a representação da arquitetura conhece um importante avanço, atingindo, na mão de alguns artistas, um verdadeiro realismo “fotográfico”. Uma das famosas pinturas que marcou o uso da perspetiva em arte é a “Trinità” (1427-1428) de Masaccio [Fig.41].

O espaço representado era tão convincente que era possível reverter a construção matemática do desenho e obter as suas medidas em planta e corte [Fig. 42], usando apenas a informação da pintura. Os novos métodos de desenhar

introduzidos pelo renascimento italiano proporcionaram aos arquitetos e pintores formas de representar e testar ideias de arquiteturas sem necessitar da sua construção. No caso de Masaccio, a “Trindade” (1427–1428), foi uma forma de desenhar arquitetura no estilo clássico, que na altura resistiam apenas em ruínas e eram evocadas em algumas obras de Brunelleschi que ainda estavam em construção.

Outro exemplo é, anos mais tarde, o cenário da obra “Escola de Atenas” (1509) de Rafael [Fig.43], que usou a planta da Catedral de São Pedro em Roma, que fora projetado por Bramante [Fig.44]. Os projetos e arquitetos da catedral mudaram várias vezes até à sua construção, mas o projeto original permaneceu no campo virtual da pintura de Rafael.



Segundo Ettlinger, “o desenvolvimento do uso da arquitetura como sujeito durante o período Barroco continuou nas mesmas linhas do Renascimento apesar de mais extensivo: o enquadramento embebeu-se no cenário; os cenários cresceram em aplicações e complexidade; os segundos planos tornaram-se frequentemente o conteúdo principal; e um crescente número de pinturas destacaram arquitetura como sujeito.” (2008, 63) A época barroca ficou muito marcada pelo uso de cenários arquitetónicos complexos chamados de “pinturas ilusionistas” ou “frescos” onde as técnicas utilizadas são muito mais desenvolvidas que as de épocas anteriores como nas duas pinturas já referidas [Fig. 41, Fig 43]. A experiência providenciada não só se apresenta como uma “janela” para um

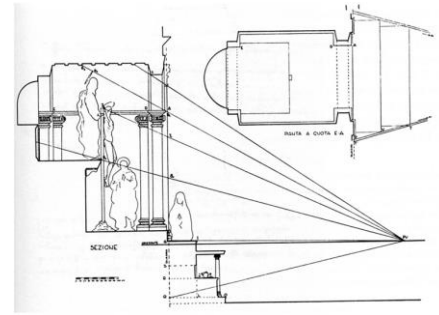


Fig. 42 _ Reconstrução da planta e corte da Trinitá de Masaccio, de acordo com Sanpaolesi, 1962, figura C, p.52.

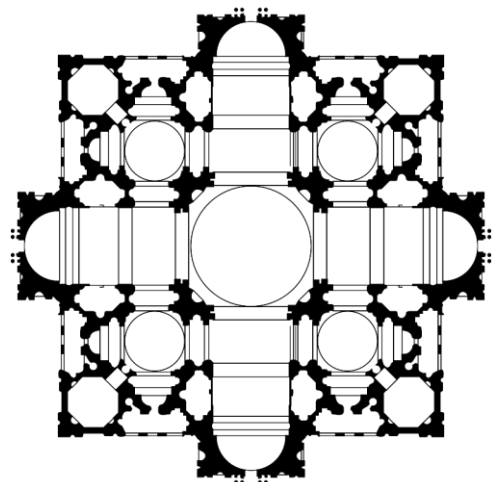


Fig. 43 _ Escola de Atenas, 1509, Rafael.

Fig. 44 _ Planta da Catedral de São Pedro em Roma, projeto inicial de Bramante.

espaço virtual como, também, o espaço virtual se insinua como uma extensão imediata do espaço físico.

Pintores como Michelangelo no século XVI e Andrea Pozzo no século XVII, assumiram um trabalho de arquitetos quando criaram os seus tetos pintados. Michelangelo (1508-12) [Fig. 45] utiliza uma separação através da pintura de elementos arquitetónicos para dar um aparente relevo ao teto liso e para enquadrar as suas famosas cenas bíblicas. Numa evolução dos frescos, o teto pintado de Fra Andrea Pozzo (1691-4) [Fig. 46] quando observado no centro da perspetiva, o limite físico dissolve-se e é demonstrada uma estrutura conceptual. Utilizando um certo grau de realismo, aumenta a altura/comprimento e beleza do espaço. Outro pormenor a notar é o enriquecimento do espaço através do balanço da arquitetura virtual com as personagens que a habitam.

Fig. 45 _ Teto da Capela Sistina, Roma, 1508-12, Michelangelo.



Fig. 46 _ A Glorificação de Santo Inácio, Igreja de Santo Inácio, Roma, 1691-4, Fra Andrea Pozzo.



As técnicas de desenho permitem-nos representar os mais diversos desejos, a invenção humana é que determina o limite, o construído será algo que resultou de sonhos maiores e que se foi resumindo ao que era possível e sensato concretizar na

época. No entanto, desenhar permite materializar em espaço virtual, arquiteturas que residem apenas na mente, por diversão e curiosidade ou por não haver possibilidades de as construir em espaço físico.

Uma das razões para a arquitetura ser tema na pintura, foi o crescimento do turismo que criou um mercado de mapas guia e vistas das cidades. Segundo Ettlinger, “*Canaletto era famoso por isto em Veneza, e Giovanni Battista Piranesi inicialmente fez o mesmo em Roma*” (2008, 68/69). O trabalho dos dois artistas não acabou na criação de imagens das cidades onde viviam e fizeram parte de uma tendência emergente chamada de “Fantasy Architecture” (Ettlinger 2008, 69). Piranesi fez gravuras que mostravam visões de uma gloriosa e antiga civilização à imagem da antiga Roma [Fig 48] e representações de vastas catacumbas [Fig. 49]. Canaletto, jogando com elementos das suas pinturas de Veneza, criou lugares que nunca foram realmente parte de Veneza [Fig. 47]. A este respeito, Ficacci descreve “... uma aspiração de criar um mundo correspondendo ao próprio conceito criativo (...) Isto era certamente verdade no caso de Piranesi, e a sua prolífica produção de impressões não foi nada mais que um dispositivo retórico por onde ele demonstrou a verdade das suas ideias intelectuais e artísticas, ambas nos termos de conhecimento histórico e no que ele desejava construir em transformação do presente.” (2000, 10).



Fig. 47 _ Colunata que se abre para o pátio de um palácio, 1765, Canaletto.



Segundo Mateus (2006), “*Na Architectura Civil, no sec. XV, os textos de referência sobre a architectura são de Vitruvius,*

Fig. 48 _ Esquerda, Gravura, 1743, Piranesi.

Fig. 49 _ Direita, Gravura, 1761, Piranesi.

Alberti e, presumivelmente, de Rafael. Perante estes foi sendo colocado o problema da representação sintética do edifício. As primeiras respostas gráficas a este problema surgiram com um tipo de desenho que se pode designar por proto-axonométrico. Na verdade, tratam-se de perspectivas em que o ponto de fuga se afasta cada vez mais do centro da folha e o observador “sobe” em relação ao objeto afastando-se. O resultado são “quase” axonometrias cavaleiras. Este tipo de desenhos surge sobretudo em Tratados de Arquitetura.”

Emmons explica as razões deste interesse, referindo “*By the late 1850’s, axonometric projections were introduced, allowing, with shadows projected at a forty-five-degree angle, a representation technique with a highly accurate sense of depth.*” (2012, 301). O uso da axonometria em representação da arquitetura difunde-se com o Modernismo aliado às belas artes. A natureza geométrica e estética dos edifícios modernistas é enaltecida com o uso da axonometria. As representações tornam-se um tanto abstratas mesmo que a transposição para o papel seja feita com alguma rigidez geométrica. “*For these artists and architects axonometric drawings connected very well with their avant-garde architectural and artistic style. For example, the axonometric technique complemented the De Stijl movement’s cubist forms of architecture.*” (Farrelly e Crowson 2015, p.99)

Fig. 50 _ Desenho de Theo van Doesburg e cor van Eesteren (1897 – 1988) para uma casa particular (1923)

Fig. 51 _ Axonometria da Casa Shroder de Rietveld.

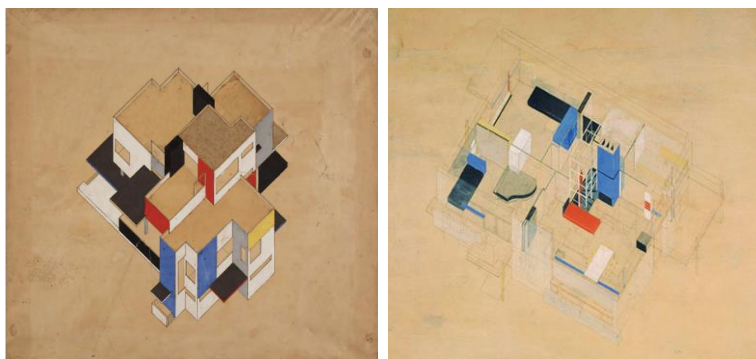
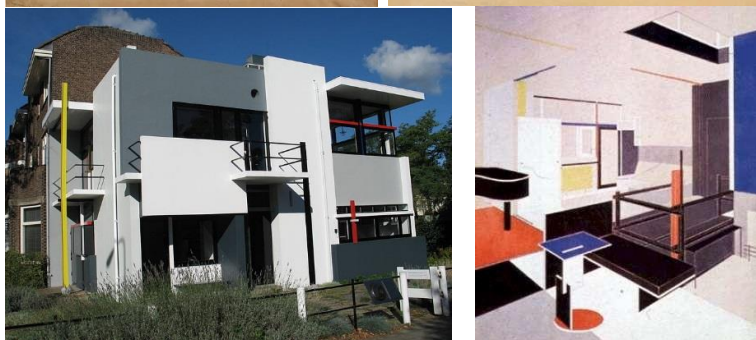


Fig. 52 _ Esquerda, fotografia da Casa Shroder de Rietveld

Fig. 53 _ Direita, uma pintura perspética do interior da casa.



Apesar das suas múltiplas valências, a importância do desenho estende-se desde a antiguidade aos nossos dias. O exemplo mais notório é o esboço, como uma ferramenta versátil que tanto permite um registo de desenho pessoal, impressivo e subjetivo, como um registo mais racionalizado esboçando projeções axonométricas, ortográficas ou perspéticas. Esta forma de desenho, é central no ensino da arquitetura na FAUP, na comunicação do projeto usado por professores e alunos. Reforçando a ideia, Vieira escreveu, "*o desenho é, também, tanto numa relação empática como abstratizante, o processo mais natural e direto de se estabelecerem relações entre os valores simbólicos e os valores formais.*" (1995, 47)

Verifica-se em [Fig. 54] o exemplo do arquiteto Souto de Moura demonstrado na exposição de André Campos e Pedro Oliveira. Onde os projetos finais apresentados em maquetes desprovidas de material concreto, pouco enchiam a sala. Inundada pela quantidade de processo elaborado em pequenos cadernos cujas folhas enchiam a parede da sala. É a bagagem do projeto que nem sempre é focada na sua demonstração, mas cuja operacionalidade é fulcral no procedimento do projeto de arquitetura.



Fig. 54 _ Exposição realizada na FAUP “Eduardo Souto de Moura Concursos 1979-2010” por André Campos e Pedro Guedes Oliveira



Fig. 55 _ Pintura de Michelangelo a apresentar uma maquete da basílica de S. Pedro ao Papa Paulo IV. Pintada por Domenico Passignano (1559-1638).

Fig. 56 _ Maquete de Michelangelo (1560) de metade da Cúpula da Basílica de São Pedro que se encontra ainda no Vaticano. Executada por Giacomo Della Porta com as dimensões de 43 – 30 centímetros.



Analogicamente, a maquete era a melhor forma de materializar e testar a geometria do projeto antes da sua construção. Mesmo que seja um objeto físico, a maquete é uma representação virtual do projeto, que muito raramente é elaborada à escala real. Mas independentemente da escala a que é produzida, a maquete sempre será um complemento essencial à demonstração e comunicação do projeto.

O uso da maquete é enquadrado por Francisco, “Assim, a maquete, como os arquitetos de hoje a entendem, foi também uma invenção do Renascimento. A nova abordagem projetual, mais completa e com especial atenção aos espaços, às formas, aos ritmos e aos materiais, implicava o uso de maquetes exploratórias para testar certos elementos mais dinâmicos ou escolher os materiais a empregar. Por vezes, estas eram fabricadas à escala real, em madeira, gesso e argila, as quais eram usadas para experimentação estrutural, como na Idade Média, mas utilizando frequentemente, secções destacáveis de telhados e pisos que permitiam uma visão do interior e funcionavam como auxiliares de desenho na avaliação da penetração da luz e na representação do volume e do espaço (Porter & Neale, 2000, p. 3).” (2013, 11).

Michelangelo demonstrou o projeto da Basílica de S. Pedro recorrendo à realização de uma maquete de tamanho considerável [Fig. 55 e 56] de modo a emular o que seria habitar o espaço representado. De forma semelhante, a fotografia de maquetes é outra técnica recorrente para transmitir esse ponto de vista. A foto resultante amplifica o espaço e permite interpretá-lo como um espaço virtual de proporções humanas [Fig. 57 e 58].



Fig. 57 _ Mosque (After Sinan), 2006. Maquete criada e fotografada pelo artista James Casebere.



Fig. 58, 59 e 60 _ Jordi and Àfrica's home. Ted'A architectes.



A emergência de condições digitais para o desenvolvimento do projeto, sobretudo a partir da última década do século passado, não fez com que os arquitetos esquecessem as suas bases. Contudo os novos tempos trouxeram formas alternativas de representação, e um novo digital “manual” que auxilia as intenções visuais e operativas do arquiteto.

2.2.3 _ Condição Digital

Foi nos anos 60 do século XX que a representação começou a ser assistida pelo uso da tecnologia digital. Em 1963, Ivan Sutherland desenvolveu uma tecnologia de interface gráfica, o *Sketchpad*, onde um utilizador podia fazer desenhos no ecrã através do uso de uma caneta digital [Fig.15 do capítulo 2.2].

Durante as décadas seguintes, o uso de programas CAD (Desenho Assistido por Computador) alastrou-se lentamente até aos anos 80. Nessa altura, a empresa *Autodesk* lançou o famoso programa *AutoCad* que popularizou os processos de desenho digital pelo mundo profissional da Arquitetura.

Mais recentemente surgiu uma nova tecnologia de representação de objetos tridimensionais, o *Building Information Modeling* (BIM). “*We overpassed the previous CAD software and begun to create three-dimensional operative virtual models with an extensive level of information*” (Carreiro e Pinto 2013). O BIM hoje em voga, apresenta-se em programas como o *Revit* e com o *Archicad* cuja interface facilita cada vez mais a aplicação de BIM nos projetos de arquitetura e construção.

A diferença entre o CAD convencional e o BIM é evidente. Os programas de CAD centravam-se apenas na informação geométrica e não integram outros tipos de informação que fazem parte do projeto e que são tratadas noutros programas (bases de dados, cálculo...) e por outros especialistas. Ao invés, projetar em BIM consiste em operar com objetos que contêm informação material, geométrica e formal. A título de exemplo, em CAD, uma parede define-se abstratamente com quatro linhas que, em modelação 3D, geram um paralelepípedo (pontos, arestas e faces). Em BIM o utilizador utiliza e personaliza uma entidade “parede” que consiste numa representação virtual de uma parede que contém toda a informação necessária para a sua configuração e construção. O modelo que se obtém em BIM é uma maquete tridimensional que permite visualizar e construir tanto em 2D como em 3D e, dessa

forma, alternar também entre as especialidades que participam num projeto de uma construção.

Uma vez que a informação está interativamente associada ao modelo, é possível filtrá-la, seja numa lista/diagrama, seja visualmente na representação. Um exemplo seria o ar condicionado em que as condutas têm que se adaptar ao projeto de arquitetura/engenharia e vice-versa. O que seria muito difícil de elaborar com apenas plantas e cortes, torna-se fácil de identificar em 3D, podendo-se isolar a sua pré-visualização ou mesmo visualizar as condutas sobrepostas ao resto do projeto em transparência.

Os arquitetos desenham num constante imaginário tridimensional, os seus conceitos têm forma no pensamento, mas são trabalhados em ecrãs bidimensionais. O poder digital parece diluir a necessidade de elaborar maquetes reais à medida que se torna cada vez mais fácil de obter modelos 3D, tirando fotografias realistas (*render*) com menos trabalho e menos dedos cortados. Da mesma forma, passamos do papel para o ecrã no que toca ao trabalho do desenho técnico e da representação fiel do projeto.

Nas últimas duas décadas a tecnologia de representação está a dar o próximo passo no que toca à imersão do utilizador e criador, na Realidade Virtual. Utilizando aparelhos que nos permitem ver espaços virtuais processados por computador como se os habitássemos, isto é, cobrindo a nossa visão de modo a nos imergir num espaço virtual. Para o arquiteto, é a possibilidade de visitar os seus e outros edifícios construídos ou não, em qualquer fase do processo de projeto.

Até há pouco tempo, a representação em arquitetura foi genericamente estática, ou seja, não reagia com a ação do utilizador/espetador. Na “fotografia” (digital ou real), no filme e em menor dimensão na maquete, o olhar do utilizador está limitado a um ponto ou pontos pré-determinados no projeto. No entanto, com o computador, tornou-se possível desenvolver animações com inspiração na indústria do cinema e dos videojogos. Este último assumindo um interesse crescente nos

últimos anos, pois estabelece uma relação de interatividade única entre o utilizador e o modelo, ou espaço, digital. “*O operador joga conjuntamente com a máquina numa constante ação material, ao contrário dos outros media onde as ações ocorrem antes das suas materializações*”, as atuações dos atores e os objetos finais como a fotografia e o filme (R. Galloway, Alexander, 2006, pp. 2).

Na evolução dos videojogos foram criados gráficos para uso em tempo real. Em arquitetura estes andaram até muito recentemente, muitos passos atrás da construção normal do 3D foto realista utilizado pelos arquitetos. Agora que o grau de realismo é bem superior ao de poucos anos atrás [Figs. 61, 62 e 63] tornou-se no momento certo para a programação/modelação de mundos virtuais para a RV.



Fig. 61 _ *Super Mario Bros* (1985), *Nintendo Entertainment System* (NES).

Fig. 62 _ *Super Mario 64* (1996), *Nintendo 64*.

Fig. 63 _ *Super Mario Odyssey* (2017), *Nintendo Switch*.

Demonstração da evolução gráfica dos videojogos, através de um conhecido jogo de plataformas de consola, Super Mario em três gerações de consolas da Nintendo.

Durante anos, desde os primeiros saltos que os jogos tiveram para o 3D, a indústria dos videojogos teve a missão e desejo de desenvolver métodos para ter o melhor 3D possível em tempo real. Sempre procurou seguir as mais recentes consolas e computadores, esmiuçando o poder de processamento de cada uma, trazendo mais realismo, para nosso interesse, e uma maior fidelidade arquitetónica. Atraindo alguns arquitetos para a utilização dos motores gráficos devido à interactividade dos jogos de primeira pessoa que transmitem uma sensação de deambular pelos mapas controlando a visão com o rato [Fig. 64].

Fig. 64 _ Utilizando o *shooter* em primeira pessoa, COD MW (*Call of Duty Modern Warfare* de 2007), o Arquitecto Carlos Ribeiro criou uma representação da FAUP que se pode percorrer de arma na mão, utilizando como mapa de jogo, podendo vários jogadores combater entre si num mapa pouco usual.



Chegamos então a um momento em que os dois grandes motores gráficos do mercado, onde são desenvolvidos a maioria dos videojogos são livres de utilizar. Sem custos monetários, o *Unity* e o *Unreal engine 4* abrem caminho para a visualização de arquitetura em tempo real (*ArchViz*). Através da generalização dos óculos de realidade virtual, os métodos de conversão dos modelos 3D para esses motores são cada vez mais acessíveis ao iniciante. Em simultâneo, aparecem também empresas que se especializam em toda a conversão e aplicação em RV por encomenda e outras empresas de fotografia digital altamente realista começam-se a especializar no mesmo. Os motores gráficos estão a permitir convergir no mesmo programa, todas as formas de visualização, como o vídeo normal ou 360°, fotografia normal ou 360° e realidade virtual.

A inovação tecnológica no domínio da representação digital através destes sistemas de realidade virtual, cria novas oportunidades para assistir o processo de projecto, desde a concepção à sua construção. Paralelamente, parece também questionar alguns conceitos chave na disciplina da arquitectura

como a noção de habitar. Este contexto será o objecto de análise e discussão do próximo capítulo.



Fig. 65, 66 e 67 _ Três representações da Casa Farnsworth de Mies Van der Rohe.

De cima para baixo:

Imagem de uma aplicação para interação com dispositivos portáteis em RV ou não.

Imagem feita em tempo real com o UE4 para computadores mais potentes.

Um render (imagem de síntese estática) que demorou 6 horas a produzir



Capítulo 3 _ Realidade Virtual em Arquitetura

Como se viu no capítulo anterior, vive-se atualmente um renascimento do interesse sobre a realidade virtual (RV), que demonstra um potencial de interferir de modo relevante no processo de projeto em arquitetura. Apesar de já existir há algumas décadas, a RV nunca conseguiu ter grande impacto na disciplina, sobretudo, por razões de carácter económico e do próprio nível de desenvolvimento da tecnologia. Até recentemente era necessário um investimento substancial no equipamento, cujo domínio era tecnicamente complexo. Os *workflows* e definições técnicas precisavam de muita preparação para funcionar (ex. sincronizações com diferentes computadores, projetores, etc.). Depois desse trabalho todo, os principais benefícios não eram claros, pelo que, a exploração de RV circunscreveu-se ao meio académico e ao de poucas grandes empresas.

Apesar de existir um trabalho reconhecível em sistemas de elevado custo como *PowerWalls* e *CAVEs*, os pequenos/médios escritórios de arquitetura não tem valorizado muito a sua utilização, como confirma Wolfgang et.al quando nota que “*até agora a RV nunca fora uma opção viável para quase todas as firmas de arquitetura*” (2016). De facto, grande parte deles não consideraria usar RV para apresentar projetos finais e muito menos utilizá-la para o processo de projeto, principalmente pelas razões já mencionadas. Contudo, os recentes avanços e desenvolvimentos do software e hardware da RV, e a diminuição do seu custo, mudaram este panorama. Hoje, cada vez mais os arquitetos têm a oportunidade de usar a RV durante o processo de projeto. Como confirma Tonn “*With the advent of virtual reality (VR) hardware at consumer price level, it will not be long before the architect’s everyday practice uses this media.*” (2017)

Acerca da acessibilidade da RV, Tonn sublinha a “*continuing pressure from the computer games and hardware*

industry will improve the VR devices further and make them even more affordable” (2017). Com os novos aparelhos/sistemas de RV mencionados no capítulo 2.2, o entendimento sobre a realidade virtual em arquitetura está a mudar, os arquitetos podem finalmente abraçar novas oportunidades que aproveitam a melhorada imersão virtual.

Acompanhando a crescente acessibilidade da tecnologia, as ferramentas que estão a compilar as várias aplicações são os motores gráficos que foram originalmente direcionados para o campo dos videojogos. Estão cada vez mais a ser utilizados para outros tipos de aplicações como visualização em tempo real de modelos digitais de arquitetura e simulações mais sérias como as de aviação e condução automóvel, entre outras.

No caso da arquitetura, a utilização de um motor gráfico diferencia-se do render tradicional que demora minutos, senão horas, para produzir uma imagem ou vídeo realista. As aplicações de visualização de arquitetura (Arch. Viz) são um pouco como as dos videojogos mas com elementos interativos apenas necessários na experiência de visualização e marketing de arquitetura.

No início dos videojogos, os motores gráficos eram muito exclusivos sendo programados de raiz ou até reciclados pelas empresas especificamente para os seus próprios jogos, havendo pouca partilha entre elas. Tal exclusividade fez com que o 3D interativo não fosse para além da aplicação nessa indústria.

Com o evoluir da tecnologia de computação, os videojogos tornaram-se cada vez mais foto realistas, simultaneamente, as ferramentas onde eram desenvolvidos esses jogos tornaram-se mais disponíveis ao público. Recentemente dois motores gráficos destacam-se: o *Unreal engine 4* (UE4) e o Unity, gratuitos até o jogo ou aplicação ultrapassar um certo nível de vendas.

É possível recomendar estes dois motores para os fins mais adequados: o UE4 que é utilizado para as representações mais detalhadas em computador, pois requer menos trabalho para

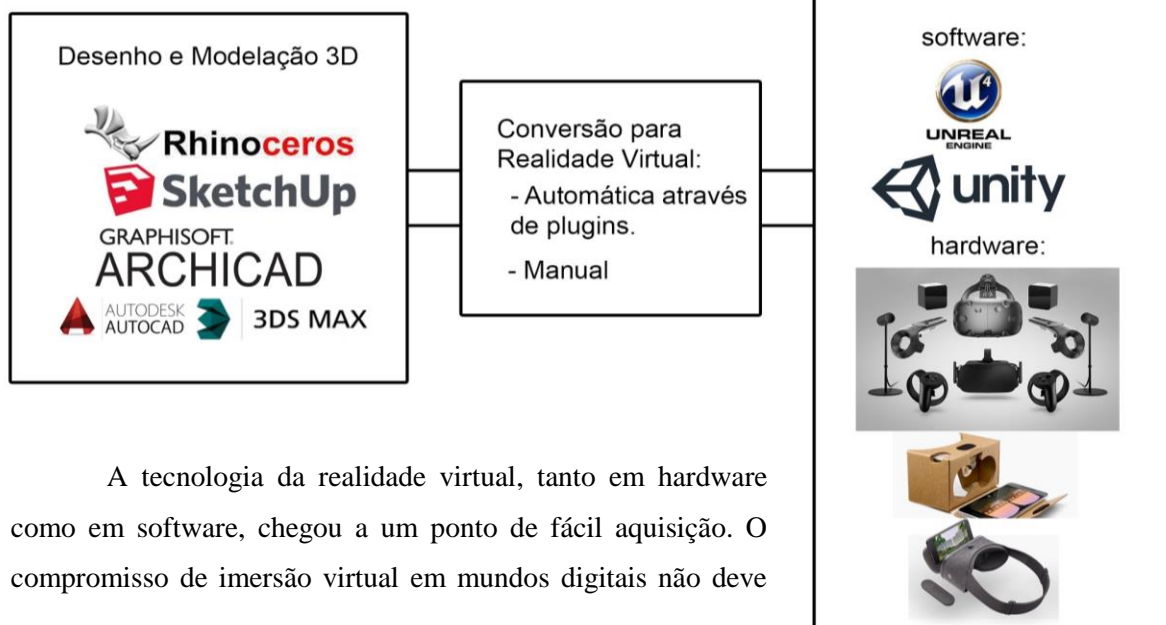
atingir maior realismo. Embora também seja possível atingir resultados semelhantes com o *Unity*, o grau de dificuldade na sua utilização é maior. Por outro lado, o *Unity* destaca-se por dominar as aplicações que utilizam 3D nas lojas de aplicações (apps) para as plataformas móveis como a *android* e *apple*.



Estes editores de videojogos conseguem receber modelos 3D desenhados noutros programas e em certos formatos. Estes modelos servem como base e os editores mencionados especializam-se então nos restantes processos necessários para a realização de um ambiente digital. O salto para o realismo é dado através das texturas que além de transmitirem um aspeto credível aos materiais, também reagem com a simulação dos pontos de luz (sol e luzes artificiais), demonstrando efeitos realistas como sombras e reflexos. Isto seria o *workflow* mais simples, a transposição dos modelos 3D para os motores gráficos para, através do render em tempo real, visitá-los com ou sem os métodos de imersão virtual.

Fig. 68 e 69 _ À esquerda um *render* que utiliza o *shader* Corona a partir do 3ds Max que demorou 5 horas a processar. À direita, o mesmo modelo e ponto de vista, no UE4. Sendo possível percorrer o modelo em tempo real, correndo a 90 fotogramas por segundo.

Fig. 70 _ Diagrama que exemplifica o processo necessário para utilizar a RV em Arquitetura.



A tecnologia da realidade virtual, tanto em hardware como em software, chegou a um ponto de fácil aquisição. O compromisso de imersão virtual em mundos digitais não deve

passar despercebido à arquitetura cuja essência é cada vez mais virtual.

Para averiguar e analisar o interesse da utilização da realidade virtual na arquitetura, propõe-se analisar a sua possível interferência em três momentos do projeto em arquitetura

- Conceção e Desenvolvimento
- Comunicação e Apresentação
- Experiência e Objeto

Cada um destes momentos será descrito e ilustrado através de alguns exemplos que demonstram as potencialidades do uso desta tecnologia.

3.1 _ Conceção e Desenvolvimento

A fase de conceção de um projeto tem lugar quando imaginamos o projeto, mentalmente e/ou com recurso a meios de representação analógicos e/ou digitais. No caso do desenho manual, tenta-se captar uma intenção num registo de certa forma codificado para o sujeito que o compreende, e pensa, assim, o projeto. No caso do computador, o rato e o teclado substituem o lápis, o registo torna-se menos orgânico, mais rígido, mas mais compreensível por outros. Seja qual for a ferramenta ou modo de representação utilizado pelo arquiteto ao conceber um projeto, o seu dever é o de estimular a imaginação no processo contínuo de projeto.

A este respeito, Gül afirma que *“with the recent developments on digital design tools, model making takes place on the computer screen during the early phase of architectural design process, such as using Building Information Modelling tools, parametric tools and recently VR and AR applications.”* (2017)

Tal como o papel, as plataformas e ferramentas digitais mais utilizadas de momento, já nos deixam conceptualizar e desenvolver um projeto até ao mais ínfimo pormenor, utilizando sempre a mesma ferramenta de desenho/modelação.

“During design process, architects make models as a means of exploring and presenting the conception and development of ideas in 3D” (Nick, 2014). As maquetes físicas servem para uma verificação complementar das qualidades formais ou geométricas do projeto. Apesar da informação tangível que pode fornecer ao arquiteto, a sua execução e manipulação torna-se menos operacional pelo tempo que demora a elaborar e a alterar.

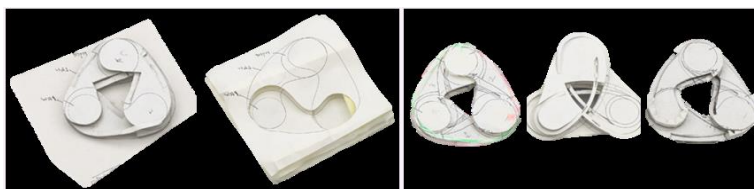


Fig. 71 _ Maquetes de conceptualização e desenvolvimento para o museu da Mercedes pelos UNStudio.

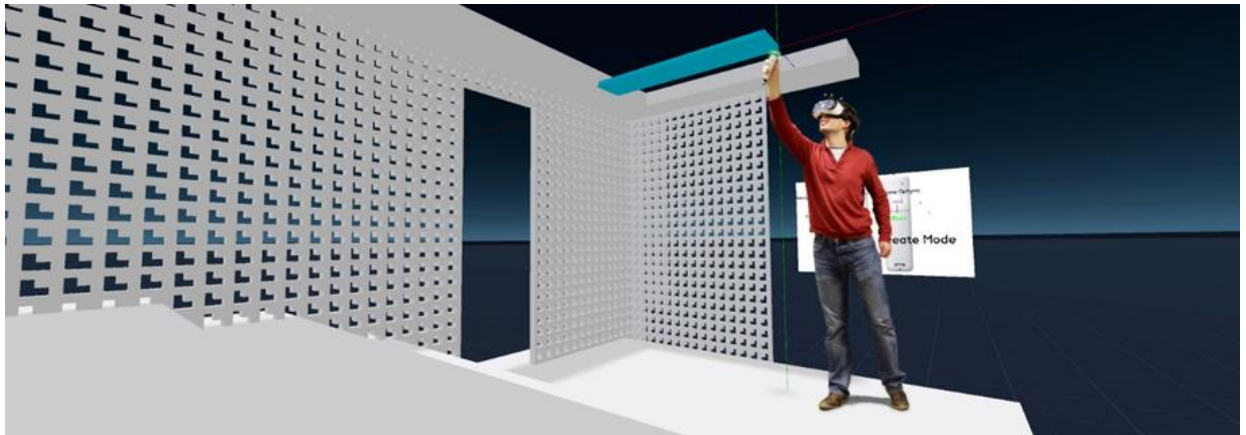
Os métodos de conceção apresentados implicam sempre uma distância face à escala real do edifício que se projeta. Sem ser mentalmente o contacto com o desenho ou a maquete decorre segundo essa visão parcial. Com plataformas dominantes como o papel, o ecrã, e as maquetes pequenas, não teremos um contacto com o projeto na sua escala final ou escala humana.

O recurso à realidade virtual possibilita ultrapassar esse distanciamento, aproximando-nos do projeto através da imersão virtual. No caso dos óculos de RV, que nos desligam do mundo exterior, ao nosso redor, pode-se recorrer a diversas escalas e perspectivas incluindo a escala real que o projeto final terá. Obtendo-se desta forma, diversos *feedbacks* que seriam, difíceis de conseguir de outra maneira.

Adotando a RV, podemos usar o espaço virtual para, também, fazer todo o tipo de esboços e modelos tridimensionais, [Fig. 72], obrigando a aprendizagem de novas ferramentas. *“Architects do not have to rely on only the standard CAD situations, as researchers attempt to offer new design tools and technologies to overcome the complexities by alternative visualization and representation techniques.”* (Gül 2017, 704)

Neste novo ambiente virtual imersivo, o rato e o teclado dão lugar a comandos maioritariamente visuais pois, devido ao limite da ergonomia, os novos comandos não conseguem competir com o teclado. Se este não tiver lugar na imersão virtual, as ferramentas digitais terão que estar disponíveis através de métodos intuitivos, pictóricos ou da voz.

Não estamos muito longe de uma realidade onde se elabore mais de metade do projeto de arquitetura em imersão virtual, pois podemos utilizar periféricos que introduzam as mãos no mundo digital [Fig. 72]. Tornam-se assim as mãos, os novos cursores substituindo o rato do computador. No estado em que se encontra a tecnologia, já é possível fazer imergir de forma muito precisa a cabeça e as mãos do utilizador, faltando apenas encontrar a programação de uma interface tão intuitiva quanto as que utilizamos nos programas CAD.



Os métodos de desenho e modelação 3D mais utilizados pelos arquitetos não têm as mesmas preocupações de um 3D utilizado num ambiente de videojogo ou RV, para resolver o problema, estão a surgir muitas soluções que tratam da sua conversão para a realidade virtual. A resolução dos problemas apontados é uma das maiores razões para que hajam mais escritórios de engenharia e arquitetura a experimentar novos processos de projeto em RV. Quando um grande número de profissionais recorrer a sistemas de RV, será natural que grandes empresas de software desenvolvam métodos mais intuitivos. Nessa altura será possível, por exemplo, modelar com as mãos com a mesma facilidade como quando utilizamos ferramentas como o *Autocad*, o *Rhinoceros* e o *Archicad*.

Esta condição não impede que alguns utilizadores continuem a desenhar nos mesmos programas (*Archicad*, *Autodesk*, *Rhino*, etc.), utilizando periféricos alternativos ao ecrã, como óculos de RV, e alternativos ao rato, como as varinhas do HTC, ou os próprios gestos, como no *Leapmotion* que filma, deteta e descodifica o movimento das mãos [Fig. 73].

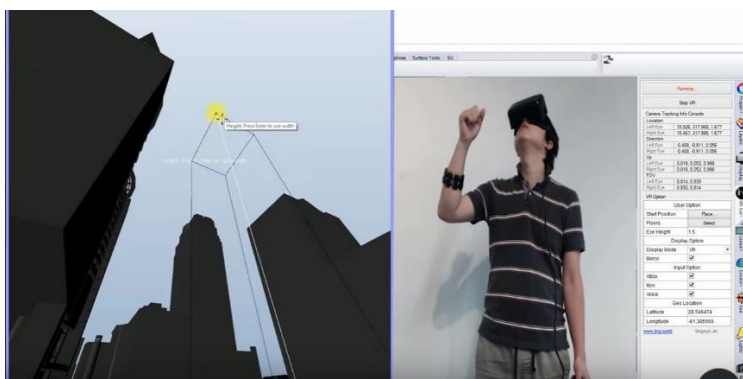


Fig. 72 _ *Maketeer*. Projeto final apresentado em 2016 pelo grupo de investigação Teckton3d da Faculdade Técnica de Lisboa.

Fotomontagem do utilizador a colocar o segundo ponto na construção de um paralelepípedo, num espaço virtual já desenhado da mesma forma.

Fig. 73 _ Exemplo feito em *Rhino* de um grupo de investigação, em que foi criada uma janela de previsão para cada olho. A mão livre funciona como cursor, a outra mão segura um comando para o utilizador se movimentar no espaço, a restante experiência é complementada com alguns botões num comando e por reconhecimento de voz.

Após uma conceção de base, quando se passa para uma fase de desenvolvimento do projeto, não existe ainda uma tecnologia de realidade virtual onde possa decorrer com a precisão necessária. Por outras palavras, o arquiteto evolui o projeto no software de modelação, recorrendo à RV para visualizar o seu trabalho em tempo real. Contudo, neste ambiente, é possível realizar operações geométricas de análise, como cortes e projeções.

Tal como o arquiteto desenha vários esquiços passando a informação com medidas para as plantas e cortes no papel vegetal, o mesmo acontece com a RV. Os óculos de RV farão parte do espaço de trabalho do arquiteto. Por mais simples que seja o estado do projeto, poderá experimentar o projeto virtual em poucos *clicks* e verificar o trabalho elaborado. Alguns programas permitem incluir notas flutuantes, da mesma forma que se anota nas impressões de plantas e cortes, mas em 3D. Não substitui o fiel esquiço do arquiteto, mas dá-lhe outra dimensão, podendo ser desenhado *in situ* virtual sem ter que sair da imersão no espaço virtual [Fig.74].

Fig. 74 _ Imagem retirado do vídeo demonstrativo do programa *Prospect* de *IrisVR*. Permite a conversão e utilização própria de ficheiros 3D de programas como o *Sketchup*, *Rhinoceros* e *Revit*.



Não se pode falar de desenvolvimento e construção de arquitetura, sem mencionar o BIM, que vem adotar as tecnologias de realidade virtual. Incluindo quase todas as especialidades da indústria de construção no mesmo software ou ficheiro BIM, é criado um modelo digital do projeto que contém toda a informação necessária para a construção do mesmo. Esse modelo digital torna-se igual ao modelo construído com a RV tornando-se também habitável virtualmente. Utilizando a mesma escala e dimensão que o mundo físico, as especialidades podem

comunicar como se estivessem habitando a obra a discutir um pormenor.

Os modelos 3D, sobretudo os de BIM, uma vez que podem incluir todo o tipo de informação é possível visualizá-la com diversas transparências [Fig.75]. No sítio da construção, é possível verificar com tecnologias de Realidade Aumentada o que falta construir por sobreposição ao construído, com isto, também se podem ver infraestruturas que passam por dentro de paredes e tetos, removendo algum do esforço envolvido na colocação das mesmas. Quando o projeto se encontra em fases finais, a RV permite representar o modelo BIM com a informação e realismo suficiente para detetar problemas que apareceriam em obra.



Fig. 75 _ Imagem da *Redshift*, da *Autodesk*. Que demonstra a imersão do utilizador num ambiente *wireframe*, habitual dos programas CAD.

Com a utilização da internet no nosso quotidiano, as aplicações de realidade virtual são cada vez mais sociais não sendo exceção na indústria da arquitetura e construção. A RV possibilita a reunião dos intervenientes no modelo digital do projeto, a partir de qualquer sítio no mundo desde que tenham acesso a tecnologias de RV compatíveis e internet. [Fig 76]. Esta condição pode suportar novas dinâmicas e gerar informações decisivas para o projeto.

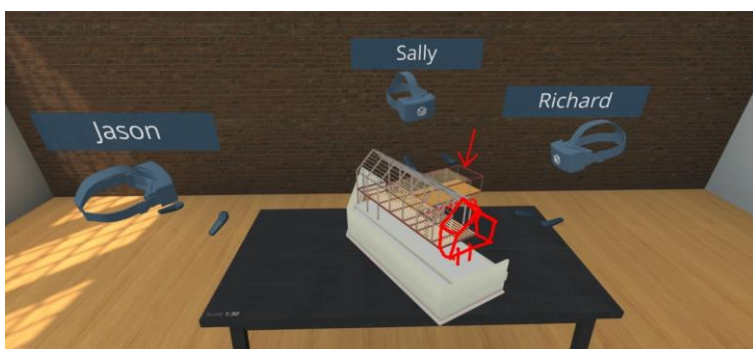


Fig. 76 _ Imagem do programa *IrisVR*. Três pessoas habitam o espaço com a maquete digital de um modelo 3D demonstrativo. Verifica-se também anotações em 3D e além desta perspetiva sobre o modelo, é possível o transporte para a escala real do mesmo.

Em seguida apresentam-se dois exemplos de integração de RV em arquitetura interferindo em momentos de concepção e desenvolvimento do projeto, pelos escritórios *UNStudio* e *Gensler*.

3.1.1 _ UN Studio

A *UNStudio* foi fundada em 1988 por Ben van Berkel e Caroline Bos na Holanda, e é uma empresa internacional de arquitetura com escritórios centrais em Amesterdão, Hong Kong e Shanghai. São especialistas em arquitetura, design, projeto urbano e de infraestruturas.

A *UNStudio* considera que as vantagens de usar a RV no processo de projeto arquitetónico são evidentes e cada vez menos onerosas para os clientes. No início, a utilização de RV era escassa, mas agora é uma prática corrente no escritório, que conta com um laboratório próprio para testar o seu potencial. Nesse local possuem um computador de alto desempenho e uns óculos *HTC VIVE*.

No âmbito desta dissertação, entrei em contacto com este escritório, e estabeleci uma troca de emails com o arquiteto Bart Chompff. Através deste diálogo constatou-se que estariam utilizando a RV como ferramenta de desenvolvimento de projeto, de visualização e de representação de arquitetura em momentos finais.

Adicionalmente, exploram a RV como ferramenta conceptual e teórica, sendo esta uma direção menos desenvolvida. Neste campo estão a lidar com a diferença entre o espaço virtual e o espaço real. Pensando em temáticas como a ausência de tato, o papel da gravidade e os métodos de transporte no mundo virtual.

Como uma ferramenta de desenvolvimento, utilizam simulações realistas para explorar a materialização do projeto. As simulações também permitem testar o comportamento da luz solar e artificial no edifício, confirmar dimensões e escalas. Como afirma Chompff, *“VR is currently being used as an architectural visualization tool and as a tool to check up on dimensions and scale. (...) We’ve used feedback from our VR experience to change the height of certain buildings and the width of certain streets.”* (2017)

Para apresentar os projetos, utilizam filmes 360° e percursos em experiências imersivas através da utilização do *HTC VIVE* ou do *Samsung Gear VR*.

Sendo um escritório muito grande, dentro da *UNStudio* existe um departamento de RV que trata de toda a logística inerente à sua utilização. Na utilização de modelos CAD, o programa *Rhinoceros* é o mais comum, mas também têm a capacidade de trazer modelos do programa *Revit*. Com a finalidade de os injetar no motor gráfico *Unreal Engine 4* que trata do processamento da imagem ou experiência em tempo real e da exportação para um dos óculos de realidade virtual. De uma maneira ou de outra, a integração da RV no fluxo de trabalho da *UNStudio* é uma realidade irreversível.

Fig. 77, 78 e 79_ Imagens de um projeto ainda em desenvolvimento, retiradas de uma aplicação de RV processada em computador através do UE4. Facultadas por Bart Chomppf com autorização de UNStudio.



3.2.1 _ Gensler

O edifício para a Sede da *NVIDIA* é um projeto que teve origem há dez anos, mas que foi interrompido em 2008 devido à crise financeira. Em 2012, o projeto foi reanimado e coincidiu com o aparecimento de uma campanha do *Oculus Rift* na conhecida plataforma online de financiamentos *Kickstarter*. Como líder do mercado de placas gráficas de processamento 3D em tempo real, a *NVIDIA* foi uma empresa importante no desenvolvimento da tecnologia por detrás das experiências de realidade virtual. Com um acesso fácil às novas tecnologias de RV, *Gensler*, empresa responsável pelo projeto de arquitetura, utilizou *drones* com a intenção de experimentar o objeto digital com o maior realismo possível.

Para a *NVIDIA*, que se focava no desenvolvimento de gráficos 3D para videojogos, uma simples simulação da realidade não era suficiente para o campo do desenvolvimento do projeto arquitetónico. Para atingir uma materialidade realista, foi desenvolvido um *software* de cálculo 3D específico, o *Iray*, que calcula exatamente como os materiais reagem com a luz. Em paralelo com o projeto, o *Iray* foi adquirindo foto realismo e a capacidade de o conseguir cada vez mais depressa chegando ao ponto de o utilizador deambular pelo objeto livremente.

O *creative media manager* da *Gensler*, *Scott DeWoody* afirma em entrevista que a RV foi utilizada como uma ferramenta integral, tendo sido aplicada em todas as etapas do processo do projeto devido à facilidade na sua implementação. Reduzindo drasticamente os tempos de renderização, *Scott Dewoody* confirma que “*with Iray we can see how sunlight interacts with the design over long stretches of time, (...) By observing how the sun moves across the sky at different times of the day and year, we were able to detect — and mitigate — a hotspot affecting about 70 square feet of the interior office space*” (2015). O resultado é uma melhor qualidade de trabalho uma vez que a

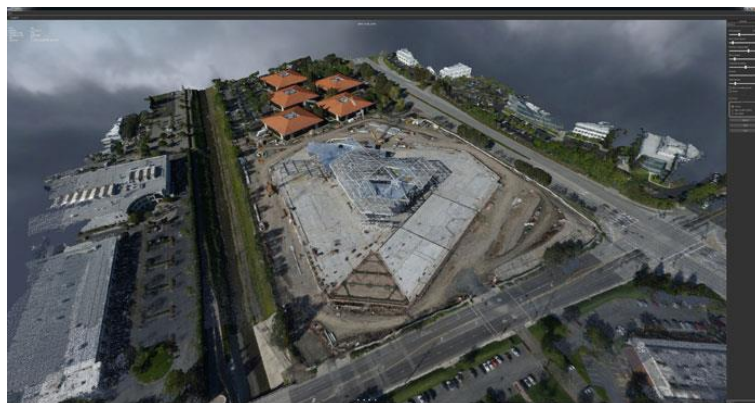


Fig. 80 _ Kestrel Drones

representação é toda calculada em volta do utilizador e não apenas num enquadramento isolado.

Na fase de construção, foi utilizado um outro método que requer bastante poder de processamento - a digitalização de cada dia de trabalho em obra. Para isto, uma equipa de *drones Kestrel* autónomos [Fig. 80] sobrevoaram diariamente a sede, capturando imagens da construção. Através de processos de fotogrametria, geraram nuvens de aproximadamente 1.2 biliões de pontos em cada dia. Os pontos contêm informação de cor e coordenadas, e definem um modelo 3D da construção que permite ao encarregado verificar, através de um 3D fiel ao real, se ocorre algum erro no progresso da obra. A ferramenta de computador também permitia organizar todas as capturas num *timelapse* que permitia visualizar o progresso dos dias, usando o cálculo gráfico de muitos GPU's (placas gráficas) [Fig 81].

Fig. 81 _ Imagem da Fotogrametria elaborada de várias fotografias do local em construção



Após o contacto com a RV no projeto para a NVIDIA, Gensler continuou a utilizá-la e agora é uma ferramenta importante no contacto com a arquitetura do escritório. O diretor de Design Digital dos Gensler Mark Pollock atesta o impacto da RV numa seguinte resposta por email:

"I will say that VR and its usage have had a huge impact on our work and the way that we present our design ideas to our clients. It has had an enormous impact particularly on our interior design projects communicating our design and having the clients see their new space the way that the designers see it. Previous to VR, this has always been a challenge and now we are able to engage the clients on a deeper level, helping them to understand

the project more fully and enabling them to make more confident decisions earlier in the design.” (Mark Pollock 2018)

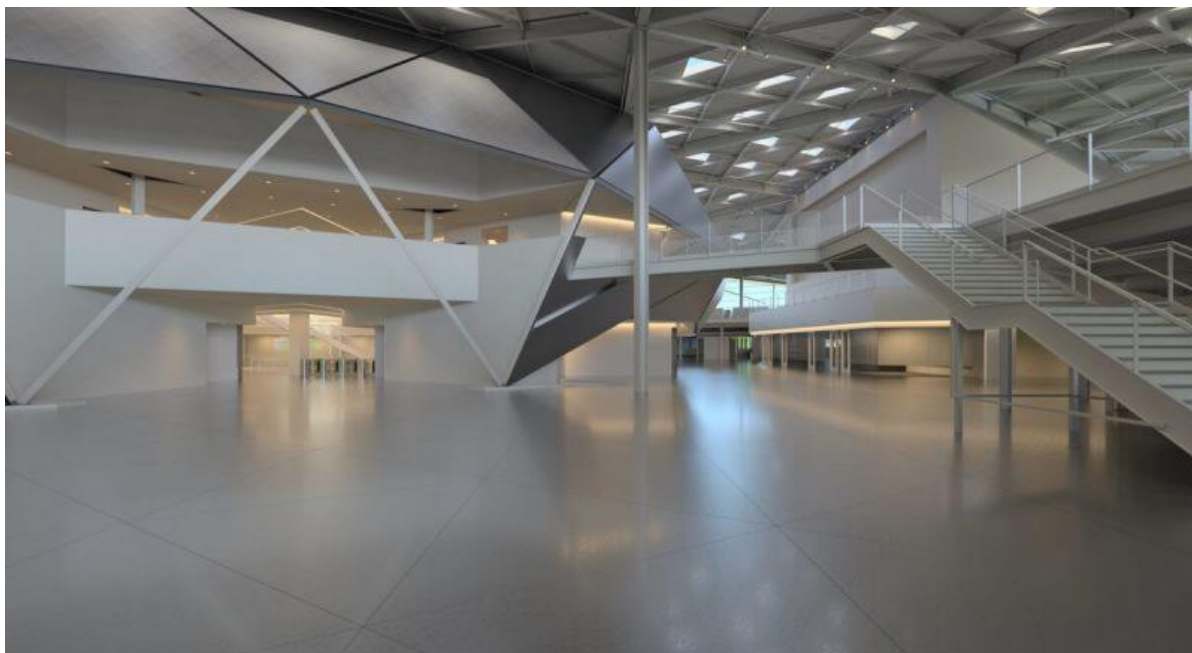


Fig. 82 _ Fotografia digital de uma das fases do modelo 3D do *hall* principal e central que conecta os dois andares do edifício NVIDIA. A imagem representa o desafio de representar o mais fielmente possível todos os pontos de luz e suas reflexões, em tempo real. Para atingir este nível de qualidade crua, foram estabelecidos 120 GPU's emparelhados que podiam receber qualquer alteração no projeto e demonstrá-la em quase tempo real (cerca de 10 minutos) em qualquer parte do mundo.



Fig. 83 _ Fotografia do estado quase final da construção.

3.2 _ Comunicação e Apresentação

Depois de se ter analisado a integração de RV em momentos de concepção e desenvolvimento do projeto, importa analisar o mesmo em momentos de comunicação e apresentação, onde o interesse nesta tecnologia parece ser muito evidente e natural.

Como diz Rasmussen *“Olhar para a arquitetura não é suficiente; é necessário experienciá-la”* (1959). *“Existe uma grande discrepância entre a forma como sentimos a arquitetura e a sua representação”* (Kreutzberg 2016). Para um arquiteto é importante a capacidade de se expressar de forma precisa e de se certificar que as visões e intenções são entendidas. As representações arquitetônicas são principalmente desenhos ou imagens, anteriormente feitas exclusivamente à mão e hoje em dia a maior parte destas representações são realizadas digitalmente através de desenhos 2D e modelos 3D. Mesmo que suplementados por modelos à escala do toque, a representação 2D permanece como o método principal de representação visual da arquitetura.

Adicionando interação ou movimento às imagens do ecrã, estas podem ajudar a transmitir/entender espaço (Kreutzberg 2011). Contudo, ainda existem diferenças entre visualizar o espaço real no enquadramento de uma imagem ou animação e o de experienciar o espaço com o corpo no mundo real. *“Experienciar o espaço arquitetónico é uma experiência multissensorial que envolve mais do que a mera visão”* (Pallasma 2005).

A RV tem o potencial de fazer a ponte entre a visualização gráfica do espaço e a experiência corporal do espaço no mundo real. A RV coloca o observador no mundo virtual, tornando-o parte desse mundo para o experienciar virtualmente com sentidos corpóreos.

Nesta tecnologia, onde o modelo virtual 3D é essencialmente o mesmo que é usado para produzir as comuns

fotomontagens hiper-realistas ou as visitas virtuais apresentadas em formatos 2D, a grande diferença é que o utilizador é projetado diretamente para dentro do espaço virtual. Carreiro e Pinto ilustram *“uma vez lá dentro, ele estuda e experimenta o espaço de arquitetura da mesma forma que o faz no mundo real. Ele irá tomar as suas decisões (com liberdade quase total), escolher para onde quer olhar ou decidir que caminho quer seguir”* (2013, 30). Uma experiência conduzida com a mesma confiança com que nós vivenciamos as nossas experiências diárias, em primeira pessoa, de uma forma mecânica, intensa e subjetiva. *“Uma nova forma de representação espacial...que substitui a experiência atual”* (Steenon, 2012, 269).

Com o acesso a sistemas de realidade virtual, as maiores discrepâncias entre a representação virtual e a consequente construção física, dependerão do nível de desenvolvimento e do detalhe visual do modelo digital e do modo de experiência. Para abordar a representação de arquitetura em realidade virtual podem-se utilizar 2 caminhos: pontos de vista em formato 360° que são enaltecidos pelo hardware de RV, e o processamento de imagem em tempo real (a 90 ou mais fps) que permite ao utilizador movimentar-se pelo projeto.

No processamento de imagem em tempo real utilizando um motor gráfico, temos opções de alta definição e opções móveis ou flexíveis. As primeiras usam computadores com elevado processamento gráfico para um maior detalhe e realismo. As segundas, utilizam plataformas de processamento mais baixo, como telemóveis (ex: *Google Cardboard*) e *browsers* (ex: *Webvr*) para visualizações *“on the fly”*.

Com este tipo de tecnologia, quando alguém procurar compreender um projeto de arquitetura, já não tem que interpretar os tradicionais desenhos de plantas e cortes, nem olhar para fotomontagens impressas ou visitas virtuais no ecrã. O cliente poderá habitar modelos à escala real do que poderá ser a sua sala e, a pé, movimentar-se para a cozinha e para os quartos. Com um entendimento mais claro desses espaços, ambos,

arquiteto e cliente, poderão confirmar as decisões e solução do projeto.

Para ilustrar o potencial trabalho da RV na comunicação e apresentação do projeto de arquitetura serão de seguida apresentados dois exemplos práticos desenvolvidos com os escritórios B.I.G. e Snohetta. Ao contrário dos exemplos referidos na secção anterior, estes trabalhos não se destinam a pensar e fazer desenvolver o projeto, mas sim, a apresentar e comunicar uma solução num estágio de desenvolvimento intermédio ou finalizado.

3.2.1 _ B.I.G.

Liderada por Bjarke Ingels, a empresa Bjarke Ingels Group (B.I.G.), tornou-se num dos mais famosos escritórios de arquitetura da actualidade. Conhecida por construir projetos seguindo a ideia de *Yes is more* defendida pelo grupo em publicações como o livro com o mesmo nome “*Yes is More*” (Ingels, 2009). Com projetos cada vez mais ambiciosos em programa e escala, as técnicas de comunicação do projeto também seguem os passos da tecnologia.

Durante a construção do edifício *VIA 57 West* em Nova Iorque, filmou-se um vídeo 360° onde Bjarke Ingels explica algumas bases desse projeto. A produção criativa é da empresa de visualização *Squint/Opera* que trabalhou com os B.I.G. noutros filmes ilustrativos. O vídeo 360° pode ser visualizado em écrans normais utilizando o cursor para rodar a imagem. No entanto, a maneira mais adequada será a utilização de óculos de realidade virtual. O vídeo de *youtube* deste trabalho pode ser visto em RV tanto no computador como através de dispositivos móveis.

A montagem do vídeo inclui 3 pontos de vista que representam 3 momentos da construção. Na rua paralela ao mar, Bjarke começa a explicação, mas como a construção ainda não tem expressão suficiente, linhas digitais aparecem no lugar e esquiçam o projeto simultaneamente com os gestos de Ingels.



Fig. 84 _ Imagem retirada da primeira fase do vídeo 360.

Num dos terraços em construção, o discurso continua e, desta vez, através de efeitos 3D, materializa-se o resto do edifício

numa rampa de painéis que é depois furada para dar lugar aos restantes terraços e ao pátio escavado. De seguida, numa das varandas do pátio em construção, o espetador é convidado a olhar para trás e observar as mudanças no pátio enquanto o arquiteto fala por trás.

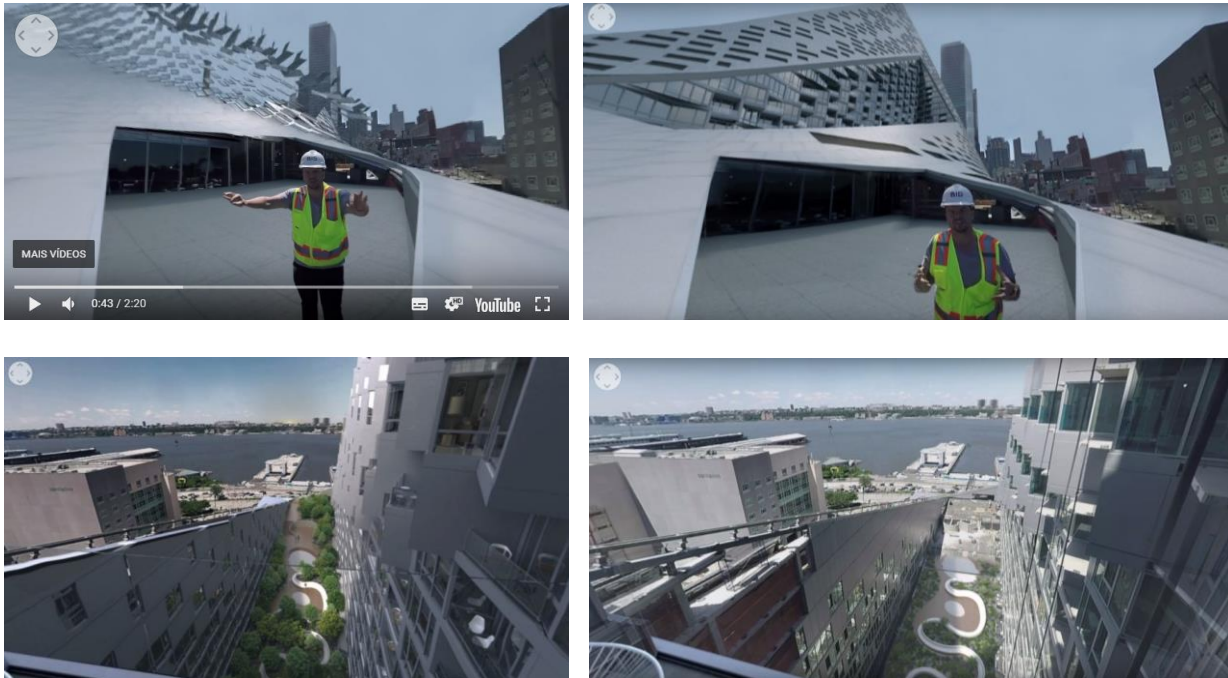


Fig. 85, 86, 87 e 88 _ Imagens retiradas da segunda fase do vídeo 360. Seguidas abaixo de duas imagens da terceira fase do vídeo 360.

Outro exemplo de um projeto B.I.G. a ser apresentado num formato compatível com óculos de RV é o *Serpentine Gallery Pavilion* de 2016. Recriado pelos Archilogic usando uma programação paramétrica semelhante à utilizada pelos arquitetos no projeto, este modelo do pavilhão faz parte de uma série de projetos icónicos de arquitetos influentes, construídos ou não. Usada para mostrar a plataforma de visualização 3D de arquitetura da empresa. Devine, designer e programador da empresa afirma que "*being able to share 3D experiences this way, without installation of new software or file downloads, makes web browsers extremely powerful tools for architectural communication*" (2015).

A plataforma utiliza apenas o *browser* o que a torna uma ferramenta de baixo processamento, ideal também para dispositivos móveis. O modelo 3D além de ser visitável virtualmente, é também uma experiência interativa. Esta aplicação particular, permite ao utilizador inserir diferentes parâmetros, atingindo outras variações formais do projeto. O

programa permite inserir novas alturas, os tamanhos do tijolo, quantidades, espessuras e cores. Replicando em pequena escala, as experiências dos arquitetos B.I.G. no desenvolvimento do projeto.

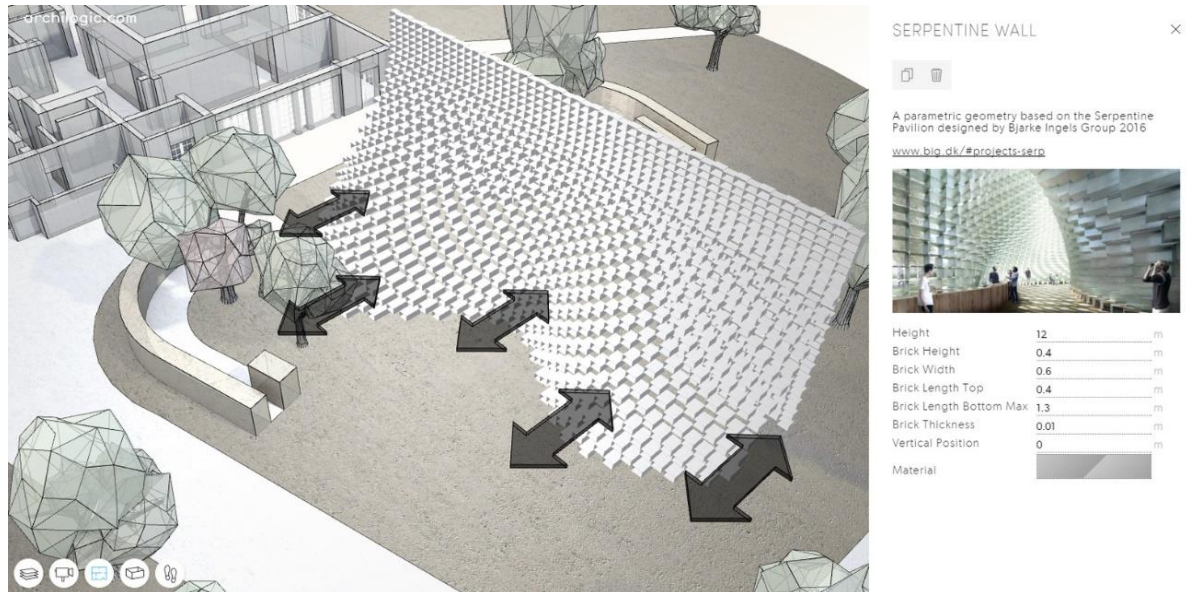


Fig. 89 _ Imagem retirada da aplicação de RV de *browser*, alojada no artigo da *ArchDaily*

3.2.1 _ Snøhetta

Snøhetta é um escritório de arquitetura sediado originalmente em Oslo desde 1987 e que na atualidade tem representações e obras a nível internacional. Fundando por uma maioria de arquitetos paisagísticos, o foco do escritório é a junção natural das duas disciplinas: arquitetura e arquitetura paisagística.

A exposição “*World Architecture – Snøhetta*” fez parte de uma série de exposições “*World Architecture*” no Centro Dinamarquês de Arquitetura. A exposição criada por Snøhetta e pelo Centro Dinamarquês de Arquitetura teve começo a 27 de setembro de 2015 e teve 13.000 visitantes.

O modelo de RV foi desenvolvido por Anette Kreuzberg, professora adjunta de *The Royal Danish Academy of Fine Arts, School of Architecture* foi financiado por *The Danish Arts Foundation*. O uso experimental da realidade virtual foi implementado na exposição para demonstrar o estado da arte dos

métodos e ferramentas de comunicação “*tal como expandir o limite dos meios utilizados para apresentar arquitetura em exposições.*” (Kreutzberg 2016).

A experiência tirou partido dos Oculus Rift DK2 para inserir a audiência no vasto hall central do *King Abdulaziz Centre for World Culture* na Arábia Saudita, antes da sua construção. Os óculos de RV estiveram montados numa caixa aberta e transparente [Fig. 90 e 91], ligados a um computador escondido por detrás da parede. A sua utilização requeria que os utilizadores pegassem com as duas mãos como se tratasse de uns binóculos.



Fig. 90 e 91 _ Fotografias da exposição

A autora da experiência em RV, Kreutzberg, menciona que “*the experience of realism in architectural VR models relates to the use of real world model size, detailed surface properties, shadows and reflected light. They are all important for experiencing and understanding the architectural space but especially for sensing the intended atmosphere, light is important.*” (2016).

O desenvolvimento começou pela conversão e otimização de um ficheiro 3D do Rhinoceros para malhas (*meshes*) no programa 3DSMax e importá-los para o *Unity*, para o processamento de imagem em tempo real. No *Unity* foram finalizados os pormenores de cor e luz, no processo de atingir a melhor representação da combinação de luz solar e luz artificial. Após escolhidos os dois pontos que melhor ilustrassem o espaço

interior do hall central, o modelo RV foi exportado para um ficheiro executável. A aplicação de RV alternava entre os dois pontos desligando e ligando de forma suave sem induzir movimento.

A diretora do centro dinamarquês acrescenta “*esta experiência virtual, espacial 1: 1 de um projeto que ainda não foi construído é uma nova maneira fantástica de ver as coisas. É uma mudança de paradigma em termos de trabalho em modelos representacionais no futuro. Para arquitetos, contratados e tomadores de decisão*” (Aggebo 2015). Esta afirmação constata não só o interesse do atual desenvolvimento das tecnologias de RV para a arquitetura mas, também, o seu potencial futuro de inovação no processo de projeto.

Fig. 92 e 93 _ Montagem de imagens que criam um campo de visão 360. Demonstrativas do aspeto final da experiência RV processada no *Unity*, dos dois pontos escolhidos do hall central de *King Abdulaziz Centre for World Culture*.

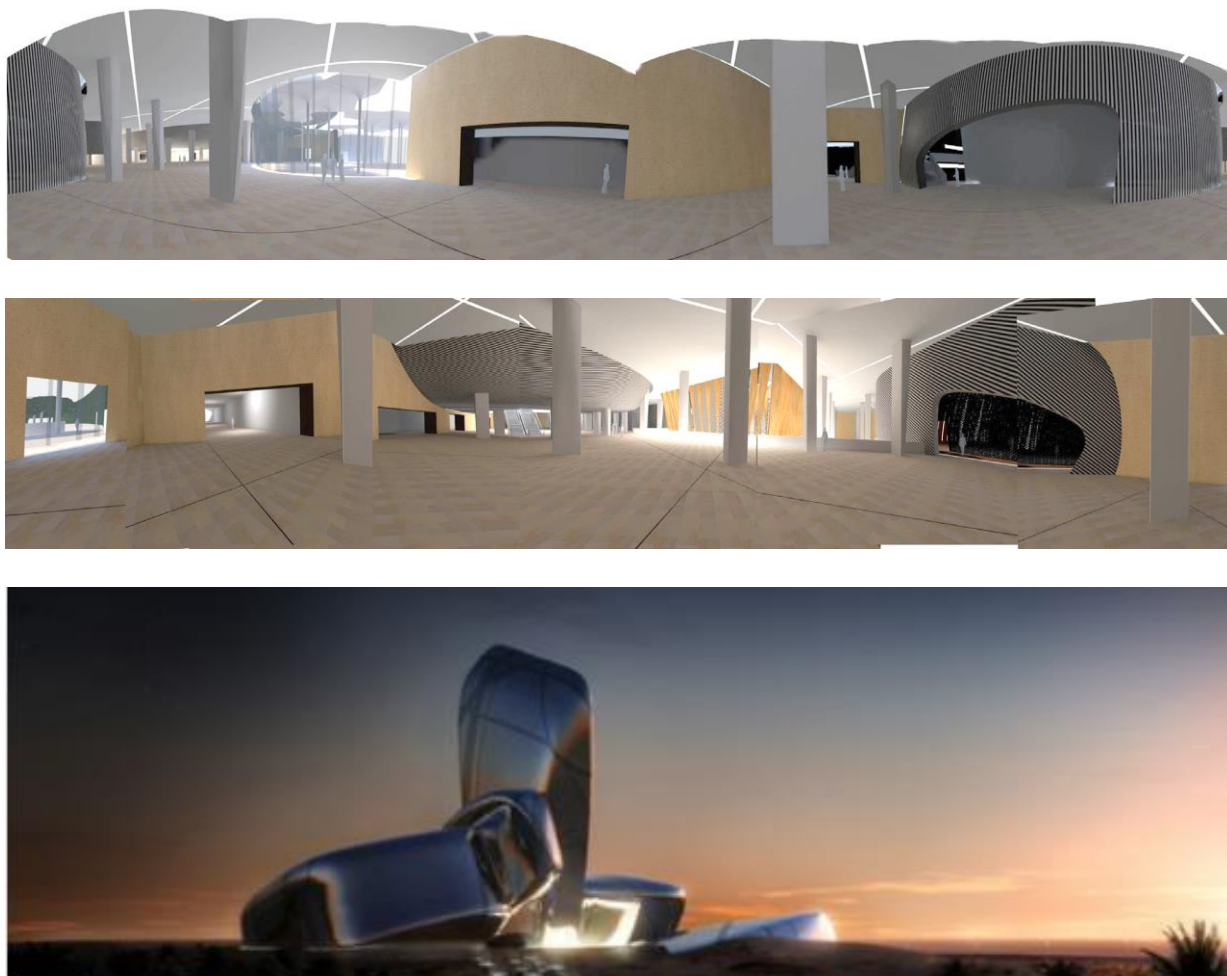


Fig. 94 _ *Render 3D do exterior do projeto King Abdulaziz Centre for World Culture elaborado por Snøhetta.*

3.3 _ Experiência e Objeto

Após a abordagem de interesses relacionados com o desenvolvimento do processo de projeto orientado para a construção física de um edifício, esta secção pretende dar conta da possibilidade do modelo, e experiência, de RV poder ser, em si mesmo, o objetivo final de um processo de projeto. Por outras palavras, e numa linha de interesse que vários arquitetos, como Marcus Novac, têm mostrado relativamente à produção de espaços virtuais, o atual desenvolvimento e proliferação das tecnologias de RV parecem criar as condições para que esta questão seja hoje de facto, pertinente. Apesar de desprovido de materialidade, a realidade virtual tem encorajado alguns arquitetos a pensar o meio digital e virtual como campo de intervenção e realização arquitetónica. Este interesse apoia-se, não só numa tecnologia mas, também, como visto no capítulo 2, numa sociedade que cada vez mais depende do digital e do virtual, e na qual a arquitetura que habitamos fisicamente cada vez mais tira partido de infraestruturas digitais.

Não são apenas os seres humanos que vivem vidas físicas e digitais em simultâneo. A arquitetura construída também pode existir e ter repercussões no meio digital. Com as potencialidades da RV mencionadas nos capítulos anteriores, uma das tendências será para que os projetos de arquitetura mesmo após a sua construção continuem a ser partilhados e arquivados no seu formato digital para serem visitados em qualquer altura.

Segundo Thomsen, *"instead of virtual realities, one can also speak of "artificial environments," meaning that such environments do not occur in nature but must be created by humans aided by the computer. The idea immediately sets off to a process in which our apparently solid grasp of reality begins to waver, expand, and take on the form that immaterial, telematic spaces do indeed exist, spaces that interpenetrate with, or are superimposed on, one another to create entire networks which*

can be rendered graphically visible, audible, tangible as energy fluxes, as media communication places, as immaterial art spaces.” (1994, 184)

Tecnologias de Realidade Aumentada permitem-nos também observar outras camadas visuais, ou hologramas, que um edifício pode ter, apenas observadas pela câmara de smartphones ou lentes especiais.

Os softwares de digitalização estão cada vez mais simples e acessíveis, permitindo digitalizações mais fiáveis e de objetos maiores. Um exemplo é a fotogrametria, o processamento da síntese de fotografias tiradas de vários pontos de vista, de modo a obter uma versão digital do objeto, com a forma tridimensional e cor. Um contacto imediato que temos com a fotogrametria é através do *google maps* e do *google earth VR* que utilizam o mesmo mapeamento 3D obtido através de fotografias aéreas. De momento, os processos de digitalização requerem computadores de alto desempenho a que nem todos têm acesso. A democratização de tais processos é iminente e já é possível digitalizar pequenos objetos e quartos através de dispositivos móveis.

A documentação do património terá uma força cada vez maior. Com a RV, esta torna-se muito mais atrativa e impulsionará uma digitalização o mais fiel possível cujas vantagens não são apenas estéticas. O construído nem sempre se mantém, seja por falta de manutenção ou por pura destruição. Se existir o seu paralelo digital (se este se justificar), é possível remendar, reconstruir e visitar essa construção por meios virtuais.

A RV também amplifica o construído, o espaço doméstico vivenciado através de uns óculos de RV é subitamente amplificado ou misturado na experiência imersiva. O espaço físico onde é utilizado a RV torna-se num catalisador de novos espaços virtuais e os óculos de RV um portal para outros espaços virtuais. “*Bathroom, Dining Room - VR Room*” (IVRNation 2017)

As palavras anteriores traduzem a transformação que as tecnologias de imersão propõem ao objeto arquitetônico real, isto é, a promessa das recentes tecnologias de RV é a de permitir ao utilizador andar pelo espaço real ao mesmo tempo que anda pelo virtual. A RV deixou de ser uma experiência maioritariamente estacionária, obrigando a repensar a disposição atual do espaço doméstico [Fig. 95]. É de notar, também, que se os sistemas CAVE alguma vez se direcionarem para o mercado doméstico, necessitarão de um espaço semelhante, ou estes se fundirão com a casa, num futuro próximo ou longínquo, se as paredes da casa se tornarem em écrans.



Quando após longos períodos de projeto, o mesmo não é construído, seja porque não ganhou um concurso, ou por outras eventualidades, como a falta de fundos em fases muito próximas da construção, levanta-se um problema. Em que se transforma aquele objeto projetado? Ele torna-se virtual, existindo apenas no seu formato digital, arquivado.

O objeto não se materializa, mas continua a ser possível visitá-lo. A RV possibilita e potencia o habitar desses projetos garantindo uma existência, cada vez mais próxima da do construído. Com plataformas BIM, os modelos 3D tendem a possuir toda a informação necessária para a construção do seu correspondente físico. Mesmo que não seja a intenção inicial, projetos não concretizados fisicamente não são despojados de existência. Podem sobreviver no seu meio digital podendo ser reaproveitados como portfólio habitável.

A arquitetura virtual idealizada para ser usufruída apenas em meios de imersão virtual tem um grande peso no

Fig. 95 _ Imagem retirada do menu inicial de calibração do sistema HTC VIVE. *O room-scale* pode ser utilizado com um mínimo de 2 metros por 1.5 metros. *Standing only* é a experiência mínima, quando não espaço suficiente para dar alguns passos.

desenvolvimento da RV enquanto novo meio e indústria. Devido à sua natureza fantasiosa, ou seja, a possibilidade de criar espaços que não obedecem às regras do mundo real, é um desejo muito antigo entre os arquitetos e não só.

Segundo Fábio Duarte, Philippe Quéau levanta a seguinte questão sobre a RV *“Quéau coloca que talvez o que nos fascine no universo virtual é a sensação de abismo – a vertigem. E lembra que, em alemão, abismo é Abgrund, contrário de Grund, que é base ou, como escreveu Heidegger, razão. Um universo matemático não apoiado na razão? Não, mas apenas não restrito às razões, aos paradigmas fixos do espaço que conhecemos, como horizonte e gravidade, horizontal e vertical”*. (Duarte 1999)

Os novos modos de habitar a arquitetura em RV, prometem desafiar o paradigma da arquitetura física que se foca no construído como objeto de arquitetura. O desenho e organização do espaço (Távora 1962), em diferentes dimensões, com gravidades e atmosferas diferentes, deixará de ser arquitetura?

Quando se aponta diferentes dimensões, surge a referência aos videogames, cujo realismo evolui a velocidades vertiginosas que, em conjunto com a RV, dilui cada vez mais a barreira do *proscénio* como escreveu William J. Mitchell (1999, 32) à medida que nos aproximamos de uma imersão virtual total. Numa entrevista, Bjarke Ingels assinala a relação entre arquitetura e jogo *"a kid in Minecraft can build a world and inhabit it through play," (...) "We have the possibility to build the world that we want, to inhabit."* (2016)

Os videogames introduzem um nível de representação que outros media não conseguem atingir. A interatividade com a imagem, com aquilo que a mesma enquadra, com objetos virtuais e com os respetivos espaços virtuais, é a única com essa tecnologia que nos permite, ainda, encarnar avatares criados à nossa imagem, ou não. Com o uso da RV, é levado à prática o que obras de arte como pinturas, filmes e livros sempre nos insinuaram e fizeram sonhar, o sonho de habitar os espaços

virtuais representados em tais obras. Na revista *Architects in Cyberspace*, Karen dá ênfase ao habitar virtual, “*virtual worlds will offer myriad opportunities to encounter and engage objects and spaces in new and different ways to occupy other bodies, other entities, other spaces.*” (Franck 1995)

Antes da RV de hoje, arquitetos e teóricos elaboravam experiências de arquiteturas apenas para o meio digital, que Marcus Novac denomina como “*Transarchitecture*”. Mesmo não utilizando o termo proposto por Marcus, estamos utilizando o computador para atingir resultados cada vez mais únicos e dependentes do meio e ferramentas computacionais. A era digital está a redefinir a nossa experiência diária, habitando cenários virtuais e físicos em simultâneo. Parece, pois, que nós, arquitetos, temos um dever para com este espaço pessoal amplificado.

Com o campo de intervenção proposto pela RV, existem outras formas de ser arquiteto nestes dias. Para acompanhar o ressurgimento das tecnologias de RV, múltiplas experiências e videojogos estão a ser desenvolvidas e lançadas para o público. No desenvolvimento de tais aplicações, a modelação dos espaços virtuais torna-se desafiante, uma vez que são apreciados e criticados como os espaços físicos. Os arquitetos com a sua formação em desenho do espaço são uma solução evidente. Nos dias de hoje, ser arquiteto deverá significar ser capaz de operar e, talvez, projetar espaços virtuais e reais para uma “*realidade híbrida e desafiante*” (Pereira 2014).

Em seguida três exemplos que ilustram algumas das possibilidades referidas nesta introdução ao uso da RV associada ao projeto de uma experiência e/ou objeto:

- UNStudio e PROOF
- Kremer Museum
- Diller Scofidio + Renfro

3.3.1 _ UNStudio e PROOF

Já apresentada anteriormente em 3.1.1, a empresa *UN Studio* colaborou com uma marca de mobília holandesa *PROOF*, no sentido de auxiliar na mostra que levaram à *Design Week* 2016, que teve lugar em Londres. O desafio seria mostrar o maior número de móveis, num espaço limitado. Como solução optaram pela utilização da imersão virtual para mostrar os móveis aos visitantes.



Fig. 96 _ Fotografia do espaço utilizado por *PROOF*, optando por focar a atenção do público nos móveis isolados e no uso de RV.

A *PROOF* colocou ao *UN Studio* a sua ambição de redefinir o futuro dos espaços de trabalho, ultrapassando os limites do design do seu mobiliário. O conceito dum espaço dinâmico foi chave no desenho da experiência de RV e essa dinâmica teria que ser observada a partir de um eixo de rotação fixo. Na exposição estavam os móveis isolados como se fossem obras de arte, exaltando o seu design e questionando se realmente funciona. Com os óculos de RV, as dúvidas eram tiradas, ao verificar o mobiliário num ambiente de escritório virtual onde o mobiliário aparenta ser disfrutado naturalmente. Neste trabalho, não existe um correspondente físico. A construção deste espaço virtual foi um fim em si mesmo, pelas possibilidades de interação únicas que podia proporcionar.

Sendo a primeira vez que as empresas trabalharam com RV, optaram por uma aplicação simples utilizando imagens 360° facilmente criadas pelos programas CAD habituais. Em

hardware, a escolha foi a do Samsung Gear VR que proporcionava a melhor resolução de imagem em RV móvel.

A aplicação de RV foi simples de implementar, mas ao desenhar o espaço virtual para a exposição, a UNStudio descobriu muitos dos benefícios que a realidade virtual pode trazer para a arquitetura. Após esta iniciativa decidiram expandir esta tecnologia e encarar a RV não só como uma ferramenta, como pudemos verificar no capítulo 3.1.1, *“we decided to expand this technology further and look at VR not just as a tool, but as a step forward in how we interact with media, family and business”* (UN Studio 2016).

Fig. 97 _ Parte do Render 360 do espaço desenhado pelos UN Studio



Fig. 98 _ Parte do Render 360 de outro espaço desenhado pelos UN Studio

A realidade virtual permitiu que este espaço virtual funcionasse como objeto arquitetônico num campo de intervenção virtual. O projeto virtual também amplifica o lugar da exposição, a percepção humana é a de um espaço de escritório

até maior que o espaço físico da exposição. Na memória ficam dois espaços, um físico e um virtual, ambos reais.

3.3.2 _ Kremer Museum

O Kremer Museum, foi apresentado a 26 de outubro de 2017 num evento que se realizou na Sotheby's em Nova Iorque, com a presença de convidados do mundo da arte e da tecnologia. Trata-se de uma execução de RV de alta resolução para a apresentação de pinturas em alta definição.

O museu virtual foi desenhado pelo arquiteto Johan van Lierop, fundador do escritório Architales e arquiteto principal no Estúdio Libeskind. Acomodando a coleção Kremer, composta por 70 obras de mestres holandeses e flamengos do século XVII.

Cada quadro foi fotografado entre 2,500 e 3,500 vezes, usando a técnica da fotogrametria, para construir um modelo de alta resolução capaz de proporcionar ao visitante uma experiência perfeita de imersão. Em imersão virtual, os visitantes podem examinar a superfície da obra de arte e as cores de muito perto e, também, podem observar as costas do quadro para explorar as marcas e sinais da sua proveniência.

Para explicar a história e a importância de alguns quadros, foram criados guias com aparência de hologramas. O museu será sempre atualizado ao longo do tempo, com novos conteúdos e exposições. Inclusive, o museu pretende lançar uma aplicação móvel na *Google Play Store* para o *Daydream*, que irá possibilitar a sua visita com qualquer *Google Daydream-ready smartphone*.

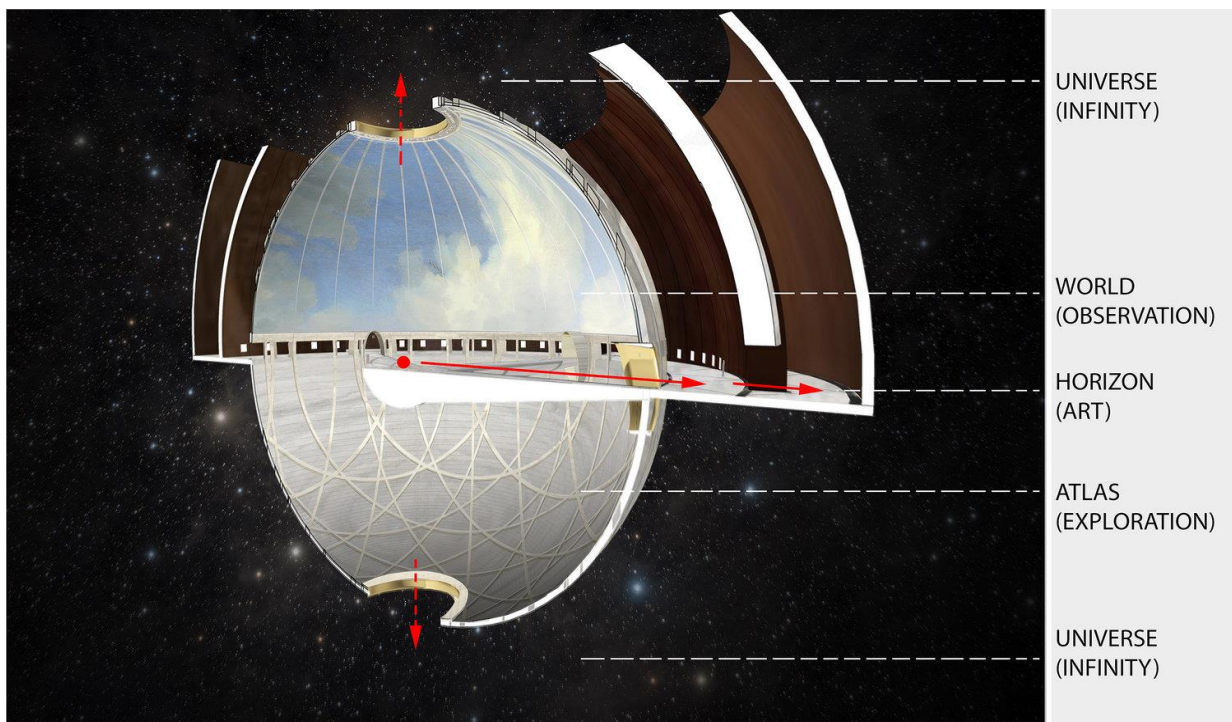
Tendo em conta o elevado preço dos equipamentos de RV, juntamente com a abertura do museu, a coleção *Kremer* lançou o programa *TKC Masters*, que irá fornecer utensílios de RV a algumas escolas à volta do mundo para que possam aceder virtualmente ao museu. Esta ação torna o museu acessível a

crianças que não teriam a oportunidade de ver uma coleção semelhante de perto.

Explorando a ideia de espaço virtual como lugar de intervenção, o arquiteto Lierop escreve, *“I think VR is to the 21st century what Dutch Realism was for the Golden Age, allowing the observer to escape into an alternative reality or mindset. Architecture often uses VR to enhance a project’s representation before it is built, often for real estate sales purposes, but using VR to embrace architecture as a spatial experience on itself was very unique to me. VR opens up a whole new realm for the architectural practice, where ideas and concepts are no longer bound to the limits of passive visuals but can be a fully immersive experience.”* (2017)

Desta forma este arquiteto antecipa o lugar da RV. O seu contributo ao desenhar este museu, abriu-lhe as portas a uma experiência espacial única e à antevisão de novas práticas arquitetónicas.

Fig. 99 _ Secção do *Kremer Museum* projetado por Lierop.



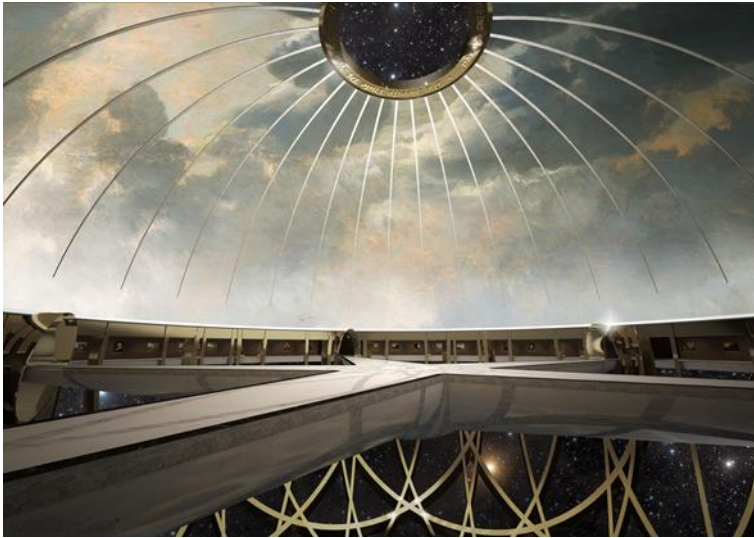
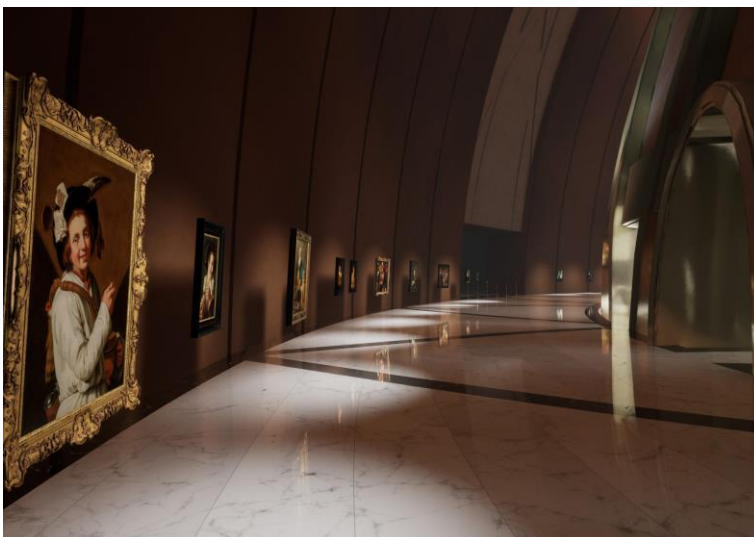


Fig. 100 _ Imagem do centro do museu virtual.



Fig. 101 e 102 _ Imagens do corredor onde estão expostas as obras de arte digitalizadas.



3.3.3 _ Diller Scofidio + Renfro

Diller Scofidio + Renfro (DS+R) são um escritório de arquitetura sediado em Nova Iorque desde 1981, cujo nome é constituído pelos três apelidos dos arquitetos fundadores. O escritório especializa-se nos campos de arquitetura, projeto urbano, instalações artísticas, performance *multi-media* e meios digitais. DS+R Foram os designers da exposição “Pierre Chareau: Modern Architecture and Design” apresentada no *Jewish Museum* em Nova York de 4 de novembro 2016 a 26 de março 2017. Foram utilizadas várias tecnologias de visualização para reproduzir cenários imaginados que contextualizassem o trabalho de Pierre Chareau: vídeo-projeções, realidade virtual, instalações digitais e filmes.

A exposição divide-se em 3 secções. A primeira secção da exposição, examina a função e a estética dos móveis de Chareau, sombras projetadas criam a ilusão de que os visitantes do museu são acompanhados por uma população fantasma.



Fig. 103 _ Fotografia da primeira secção da exposição Pierre Chareau: Modern Architecture and Design

Na segunda secção, onde a impressão inicial é de quatro agrupamentos de móveis distintos exibidos num vazio preto, óculos de realidade virtual podem ser colocados para situar as peças nos seus ambientes parisienses: o escritório na residência de Chareau; o apartamento Farhi; e o Grande Salão e Jardim da *Maison de Verre*.

A terceira e última é uma instalação digital constituída por um plano que se movimenta por cima da planta da *Maison de Verre* que representa em movimento, o corte vertical da casa. São também projetados filmes que ilustram as divisões sublinhadas no corte da casa.

Fig. 104 _ Fotografia da segunda secção da exposição. Nesta zona estavam os óculos de RV e os móveis que estão, em relação à cadeira, à mesma distância, no espaço físico e no espaço virtual.

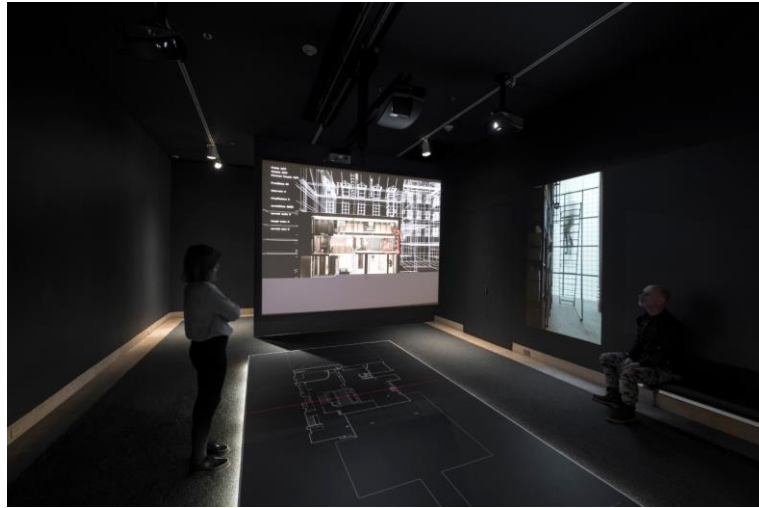


Fig. 105 e 106 _ Fotografia da terceira secção, onde o pano projetado desliza por cima da planta, mostrando cortes diferentes da casa.

As três partes da exposição evocam espaços com dimensões virtuais importantes para a sua compreensão e apreciação. As sombras que habitam o espaço por trás dos panos brancos, bem como o plano que corta um modelo invisível da casa, aparentam demonstrações de realidade aumentada, na medida em que adicionam camadas de informação visual à realidade física, transcendendo o espaço do museu. Com a RV, o espaço é substituído pelas residências parisienses, mas com a presença do mobiliário que já está no espaço físico.

Não sendo possível transportar fisicamente as casas para a exposição, utiliza-se a realidade virtual para as trazer

virtualmente. Desta forma a sala é idealizada como um espaço neutro de fundo negro que potencia a estética das peças expostas e acentua o facto de estarem fora dos ambientes para onde foram idealizadas. Assim, a compreensão das peças é dividida em 2 momentos pois, caso contrário, o espetador poder-se-ia perder na arquitetura e não prestar total atenção aos objetos que estavam expostos. A imersão na arquitetura digitalizada torna-se essencial para a compreensão total dos objetos, do trabalho do arquiteto *Chareau* e seus ideais.

A tecnologia utilizada é a de fotografias 360° retocadas digitalmente, visualizadas nos óculos de RV *de smartphones* cobertas por um tecido. Os objetos encontram-se no mesmo sítio no espaço físico e no virtual. Utilizando um sistema mais avançado como o HTC Vive, por exemplo) seria possível até deambular pelo espaço e usar o mobiliário ou réplicas que estariam fixos no local físico.

Fig. 107 _ Imagem retocada por Diller Scofidio + Renfro. Uma transparência de uns óculos de RV sobrepõe a imagem preparada para visualização em 360°. Os móveis diretamente em frente são os mesmos que estão fisicamente na exposição.



Capítulo 4 _ Experiência Prática

Sendo objetivo da tese levantar o véu sobre as novas tecnologias de RV em arquitetura, seria de todo desejável poder desenvolver em paralelo uma experimentação das tecnologias propostas. Esta tarefa não só ajuda na informação e fundamentação dos argumentos mais teóricos, como contribui para uma capacitação pessoal no domínio prático da tecnologia em questão que se defende como importante para o desenvolvimento do projeto em arquitetura.

Quando foi sugerida uma dissertação sobre realidade virtual no fim de 2015, apenas existia uma noção dos esforços iniciais do Oculus Rift em 2012 e o conhecimento que mais recentemente tinham surgido em 2014, os primeiros kits de desenvolvimento a serem vendidos e distribuídos para os entusiastas e desenvolvedores de aplicações para o novo meio. Enquanto não surgiram as versões para utilização dos consumidores que hoje se podem adquirir, o mais próximo dos óculos de RV que se podiam experimentar, eram as alternativas da RV móvel, com o *Google Cardboard* e o *Samsung Gear VR*. Devido às suas variadas limitações estas versões acabam servindo como aperitivos de realidade virtual, pois um telemóvel top de gama não consegue atingir o nível da RV do computador, pelo menos nas aplicações 3D. O fotorrealismo dos videojogos era o que estava a ser prometido para a RV de computador, a evolução dos gráficos 3D tem sido tremenda, com surpresas todos os anos.

Pela sua complexidade, a representação de arquitetura necessita de todo o poder demonstrativo possível e para isso era preciso ter acesso aos novos óculos de RV para ter a certeza se todo o alvoroço que se verificava nos media, como a internet, tinha, ou não, razão de ser.

Foi apenas em Julho 2016 que surgiu a primeira oportunidade de experimentar os novos *headsets* que prometiam tornar a RV acessível para todos. Estabeleceu-se contacto com os

mesmos através de três empresas que partilhavam o local de escritório na cidade do Porto, e que pontualmente trabalhavam juntas em alguns projetos: a *Ground Control Studios* (Videojogos e Animação), a *Studio Station* (Arquitetura) e a Riot Filmes, que se estava a lançar também em filmes 360°. Esta empresa foi contactada por indicação de um amigo estagiário que estava a trabalhar na Riot Filmes em filmagem 360° para fins turísticos, no que veio a ser o Porto 360 à disposição nas lojas de RV móvel. Combinou-se uma visita ao estabelecimento onde trabalha o arquiteto Paulo Dantas que teve então a simpatia de demonstrar e explicar o que estavam a fazer com RV em arquitetura.

O *Oculus Rift DK2* foi o primeiro *headset* que se experimentou, experimentando uma demonstração de uma casa num 3D de boa qualidade. A visita virtual era feita por um carril que lentamente movia o utilizador, o que provocou um pouco de enjoo e deu para vislumbrar um dos problemas que pode esrar inerente à realidade virtual. Tirando o enjoo, foi possível movimentar a cabeça sem problemas e observar objetos de perto, verificando reflexos e tecidos numa plasticidade bastante apelativa. A resolução da imagem, no entanto, desapontou porque a grelha de pixéis era bastante pronunciada devido à utilização limitada de um kit de desenvolvimento. Mais tarde, este trabalho veio a ser executado nas versões de consumidor em resoluções superiores e mais convincentes.

Após essa conversa surgiu a oportunidade de experimentar uma aquisição mais recente, o HTC VIVE que foi significativamente melhor que o anterior. A resolução desta vez foi muito convincente, pois que permitia a abstração da grelha de pixéis após pouco tempo de uso. O sistema permitiu deambular pelo quarto enquanto se jogava uma aplicação de basquete e por momentos a imersão era completa. Com o simples colocar dos óculos de RV e comandos, habitava-se aquele campo retangular, suspenso no ar sobre umas montanhas, sem problemas, intoxicado pelas bolas que era preciso encestar e que apareciam, como por magia, na ponta das varinhas. Contudo, nos limites do campo, a experiência de flutuar no vazio proporcionava uma sensação considerável de vertigem.

A 16 de dezembro de 2016 surgiu a oportunidade de participar num jantar tertúlia na Sede da OASRN dedicado ao tema de “realidade virtual”, contando com a participação da Raquel Canelas e do Paulo Dantas da *Studio Station*, e do Rui Guedes da *Ground Control Studios*. Neste ambiente privado de tertúlia houve a oportunidade de testar não só o sistema de RV HTC VIVE, mas também o de RA da Microsoft, o HoloLens. Embora seja uma tecnologia que necessita de alguma evolução, este último verificou-se muito promissor e divertido com os objetos virtuais que podíamos controlar, redimensionar e colocar onde quiséssemos, mobilando virtualmente o espaço. Presentes estavam muitos outros arquitetos de várias gerações, potenciando a experiência e discussão entre todos, suscitando as mais variadas reações de espanto face à experiência direta.



Fig. 108_ Fotografias tiradas pelo próprio e por José Pedro Sousa. Experimentando da esquerda para a direita, o HTC VIVE e o HoloLens. No jantar tertúlia “Realidade Virtual”.

Posteriormente, surgiu a oportunidade de visitar a *Mimicry Games* em Coimbra, onde foram testadas algumas demonstrações de RV no HTC VIVE e no *Oculus Rift* com as quais ainda não tinha existido contato. A captura de movimento nos Rift sofre algumas lacunas se apenas utilizarmos dois sensores. No entanto, o *headset* é mais leve, os comandos mais ergonómicos e a qualidade de imagem é ligeiramente superior à do HTC VIVE. Os jogos demonstravam as possibilidades da RV e foram suficientes para imaginar as infinitas extensões que o novo meio poderá ter.

Fig. 109_ Fotografia tirada por Mimicry no evento.



Em junho de 2017, adquiri a título pessoal um *Oculus Rift*, sendo finalmente possível a ingressão prática nos novos métodos de RV realista para os computadores de média/alta performance em videojogos. Os primeiros dias foram passados com downloads e testes de variados jogos e demonstrações de RV. Foi extremamente positivo constatar a disponibilidade de um respeitável número de aplicações gratuitas de boa qualidade, embora, as pagas proporcionem, de facto, experiências mais polidas e completas.

No âmbito da minha integração no Laboratório de Fabricação Digital (DFL) da FAUP durante o desenvolvimento desta dissertação, pude explorar também o sistema de RV do HTC VIVE. Esta tecnologia surgiu no DFL através de um projeto de inovação pedagógica “Novas Realidades” apresentado pelo Prof. José Pedro Sousa à Universidade do Porto, e que foi premiado no Concurso de Projetos de Inovação Pedagógica 2017 da UP.

Com estes equipamentos, percebe-se como o renascimento da realidade virtual é um facto real. A qualidade oferecida pelos *Headsets* correntes é muito positiva e a inundação dos métodos de RV nas práticas de arquitetura é uma realidade que parece inevitável. Através deste percurso, pode-se estudar quase todas as possíveis aplicações de RV em arquitetura, tendo-se comprovado o interesse e propósito desta dissertação e da sua implicação prática.

A experiência prática com a RV realizada nesta dissertação consistiu em duas componentes, que serão em seguida descritas em detalhe:

- o desenvolvimento: enquanto autor, de um projeto de raiz autónomo – o modelo de RV do edifício da FAUP –, que permitiu aprender e implementar pessoalmente esta tecnologia;
- a assistência à integração de RV em projetos desenvolvidos por outras pessoas (alunos), através da participação num exercício prático da Unidade Curricular da FAUP de Geometria Construtiva I

Ambas as situações foram acompanhadas pela realização de demonstrações públicas envolvendo diferentes níveis de utilizadores (ex: arquitetos, estudantes, empresários da construção, crianças, famílias...) e a recolha de testemunhos através da realização de pequenos inquéritos. O seguimento desta metodologia sedimenta as reflexões e conclusões desenvolvidas sobre o tema.

4.1 _ Projeto: FAUP

Desde o início que houve uma intenção de associar a FAUP a este trabalho sobre a RV, tendo em conta que a comparação seria direta e exploraria algumas das problemáticas propostas na dissertação. A escolha de utilizar o respetivo edifício teve em consideração a conservação virtual da faculdade, juntamente com uma variedade de ações de comunicação, por exemplo, que se podem hiperligar futuramente ao modelo 3D da mesma, através de programação facilitada pelos motores gráficos como o *Unity* e *UE4*.

A modelação de um espaço tão grande como a FAUP é um desafio complexo devido aos seus inúmeros detalhes. Para cobrir devidamente todos eles, seria necessário um tempo quase infinito. Para tornar viável este desenvolvimento houve um processo contínuo de triagem do que seria, ou não, modelado. A este respeito decidiu-se que seria importante a representação do exterior da faculdade e a de um interior, foi escolhido como natural complemento do espaço exterior, o hall de entrada. Não sobrecarregando os objetivos da dissertação com certos preciosismos, apenas será importante a descoberta e utilização de um método que possibilite a visita de um modelo 3D elaborado num conjunto de ferramentas já utilizadas pelos alunos da faculdade.

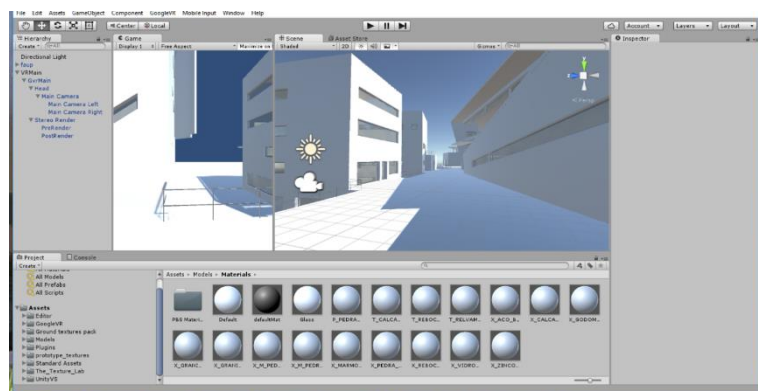
Uma vez determinado o caso de estudo, iniciou-se a modelação do espaço na ferramenta de CAD escolhida, o *Rinocheros 5*. A escolha deu-se devido à sua utilização frequente no DFL e na disciplina de Geometria Construtiva orientada pelos professores José Pedro Sousa e João Pedro Xavier. Mas poderia ser outro CAD qualquer, uma vez que todos ou quase todos os processos de RV envolvem uma conversão ou exportação para tipos de ficheiro compatíveis com os motores gráficos.

Na área dos motores gráficos, as escolhas eram óbvias - *Unity* ou *Unreal Engine 4*(UE4) - uma vez que eram programas gratuitos. De início, foi feito o download dos dois, embora

houvesse uma inclinação para o *Unity* devido à possibilidade de exportar o produto para qualquer meio (ex: telemóveis, consolas, computador...) por predefinição. No início do projeto, o UE4 não possuía predefinições para plataformas móveis, estando associado a grandes equipas e a jogos complexos e com grafismos exigentes.

O *Unity* era indicado por muitas fontes como sendo o mais fácil de começar a trabalhar e a ferramenta escolhida pela maioria dos desenvolvimentos pioneiros da indústria e nos artigos científicos de arquitetura RV apresentados em conferências como a eCAADe (Association for Computer Aided Architectural Design and Research in Europe). Quando apenas havia acesso a telemóveis pessoais, foi utilizado durante algum tempo o *Unity* [Fig. 110] para verificar como o modelo 3D se portava em tempo real e até foi possível criar uma app para o telemóvel que serviu para testar a qualidade do 3D.

Fig. 110_ Captura da interface do *Unity* com o projeto do 3D da FAUP.



Na conversa que teve lugar na empresa *Studio Station* foi fortemente sugerido o uso do *Unreal Engine 4*, pois a equipa já havia feito esse salto e as razões explicadas foram de fácil compreensão. O *Unity* estava-se a tornar complicado e o UE4 estava a atingir um fotorrealismo bem mais positivo e com menos trabalho. A grande diferença seria no *shader* que cada um oferecia em predefinição.

Eventualmente, atualizações no UE4 também incluíram pacotes de exportação para sistemas operativos móveis. Depois de uma experimentação inicial com o *Unity*, fez-se um intervalo na parte prática da tese de modo a continuar o levantamento teórico. Após esse intervalo, o desenvolvimento do modelo do

edifício da FAUP em RV continuou em UE4 e manteve-se nesse programa até ao fim da investigação. Um pouco coincidente com a chegada dos óculos de RV para computador que proporcionaram experiências superiores às de telemóveis.

O Processo Prático

A aprendizagem foi possível recorrendo apenas à internet, através de ferramentas de pesquisa como o *Google* e o *YouTube*. Angariou-se vários pontos de vista, que serviram para chegar a algumas conclusões. A exportação do modelo teria que ser em ficheiros .fbx (*Autodesk*) ou .obj (*Wavefront*), agrupando em camadas e por material, no entanto, os materiais/texturas deveriam ser apenas colocados no motor gráfico.

Um dos problemas que surge ao exportar o ficheiro 3D com um formato suportado pelo UE4, é a preparação do modelo 3D, que terá de ser verificado por superfícies, podendo indicar a explosão de alguns elementos de modo a obter superfícies separadas. Além do agrupamento natural que se faz em camadas ao longo da construção 3D, é necessário também agrupar os elementos por material [Fig. 111] que podem ser simplesmente cores nesta fase. Uma vez atribuídos os materiais, é importante verificar as direções das superfícies com o comando DIR [Fig. 112]. Quando estiver tudo pronto, após exportar [Fig. 113], os materiais finais para a experiência de RV deverão ser atribuídos no UE4.



Fig. 111_ Captura da interface do *Rhinoceros* com o projeto do 3D da FAUP, com os *layers* representados por cores, agrupados na lista à direita.

Fig. 112_ Captura da interface do *Rhinoceros* com o projeto do 3D da FAUP, focando as direções das superfícies, estas devem estar direcionadas para onde vão ser vistas.

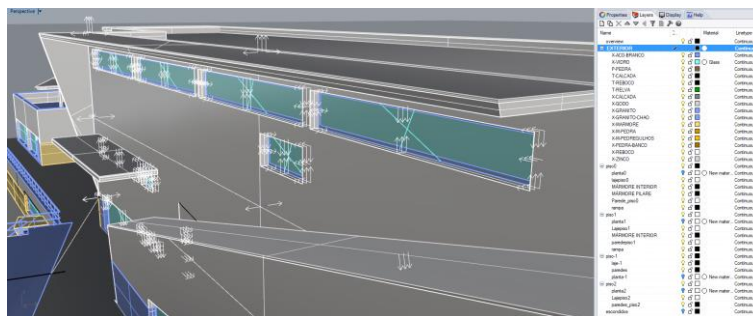
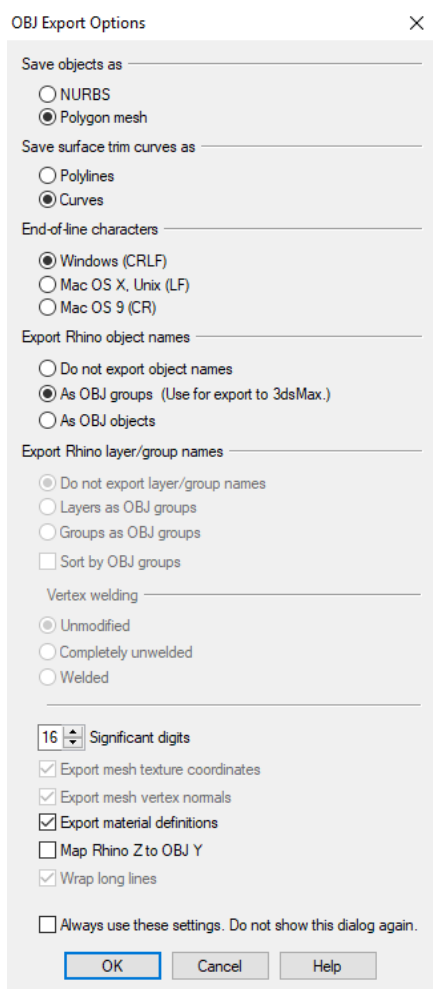


Fig. 113 _ Opções de exportação utilizados no *Rhinoceros*.



Entretanto, descobriu-se um plugin para o UE4, o *DataSmith* que veio facilitar ainda mais o processo, retirando uma das fases de trabalho. A preparação do ficheiro 3D é semelhante, mas este plugin pode utilizar o ficheiro .3DM diretamente, ficheiro nativo do programa *Rinoceros*. O plugin trata da conversão do ficheiro 3D e pode-se fazer uma personalização dos padrões de conversão, com algum aprofundamento da programação por detrás do processo. Através de um contacto por email, conseguiu-se a permissão do uso do plugin que ainda se encontra em fases de experimentação.

Após um controlo mínimo da exportação do 3D, com ou sem o *DataSmith*, a sessão de Realidade virtual ainda não está pronta. Para finalizar o processo, é necessária uma preparação no UE 4. Para facilitar o processo, basta abrir um novo projeto de realidade virtual [Fig. 114], uma das predefinições do UE4 criadas para serem utilizadas como ponto de partida para qualquer projeto iniciante. Para usar a RV no computador, convém escolher o parâmetro *Qualidade Máxima* e começar com o *Conteúdo Iniciante*. Abrindo o projeto, é necessário na pasta de conteúdos mudar o mapa para um dos modos de locomoção desejados, um que use os manípulos ou apenas o capacete.

O projeto em modo iniciante terá um aspeto muito simples, mas serve para explorar algumas ferramentas básicas e necessárias na criação de experiências de RV [Fig 115]. Nas ferramentas predefinidas já se encontram as necessárias para a luz ambiente, no entanto é muito provável que seja preciso (após a importação do modelo de 3D) modificar o parâmetro de *Indirect Lightning* na caixa/ferramenta de *Post Processing* para obter uma luz mais correta no interior do edifício.

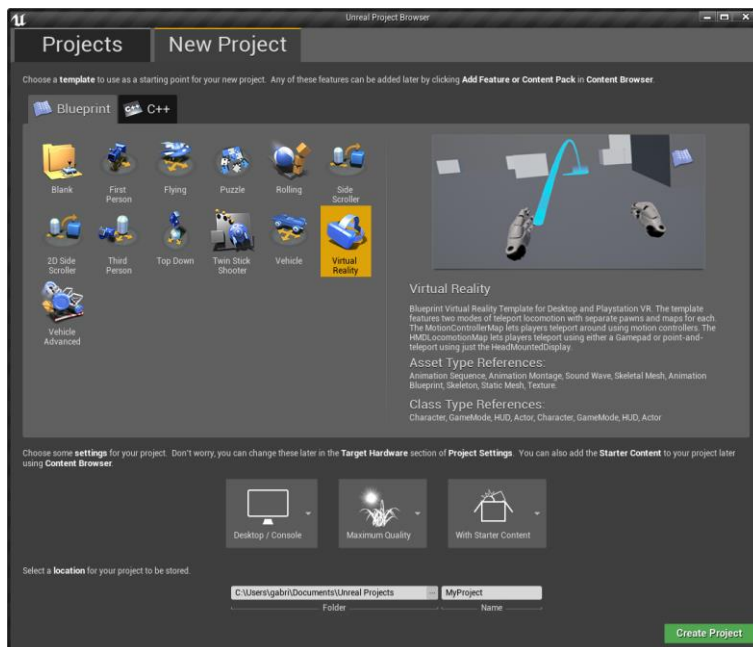


Fig. 114_ Captura do menu de escolha de um novo projeto em *Unreal Engine 4*.

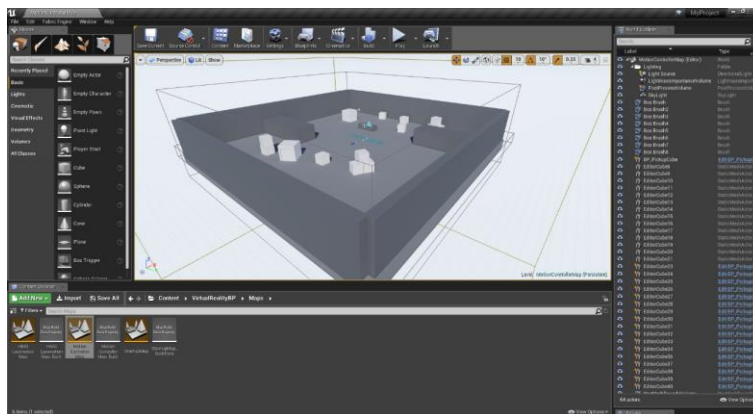


Fig. 115_ Captura da interface do *Unreal Engine 4*. Com o projeto base para a experiência RV que utiliza os comandos das mãos para navegar pelo projeto.

Uma vez aberto o mapa correto no projeto de UE4 basta importar o modelo 3D, se a escala não tiver correta, é importante ter em conta que 1 unidade em *Unreal* é 1cm, se o projeto original estiver em metros o modificador de escala será 100. Importado o edifício com sucesso, o próximo passo será o de colocar os materiais, que podem ser arrastados da pasta de materiais do conteúdo iniciante. Para ativar devidamente os materiais é necessário adicionar caixas ou esferas de reflexão que darão a informação necessária aos materiais de como refletir o ambiente, sem isto o vidro das janelas não simulava o efeito espelhado.

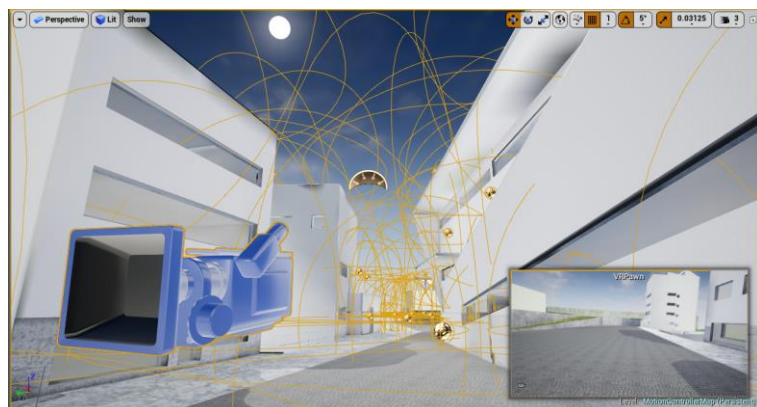
Um pormenor importante que falta referir é a locomoção do utilizador. O modelo 3D importado não possui a informação de onde se pode utilizar o método de transporte, um laser que na sua interseção com o chão permite transportar a câmara (utilizador) dentro do espaço real disponível no espaço virtual



Fig. 116_ Representação do sistema de locomoção no projeto de RV e das mãos digitais que substituem as físicas e os comandos.

Fig. 117 e 118_ Duas capturas de da primeira versão do modelo FAUP em UE4. A de cima, representa o comando *NavMeshBoundsVolume* e a laje/superfície utilizada para a locomoção. A figura de baixo apresenta quase todas as ferramentas utilizadas e selecionadas no projeto.

[Fig. 116]. É necessário envolver com a ferramenta *NavMeshBoundsVolume* [Fig. 117], as plataformas geométricas criadas em UE4 escondidas pela laje e chão do modelo 3D. Em alternativa, com melhor preparação, poderá ser envolvida da mesma forma o modelo 3D, embora seja mais fácil o primeiro método se a compreensão do processo ainda for de iniciante.



O projeto utilizou apenas materiais fornecidos pelo editor. A criação dos mesmos requeria outra aprendizagem que se distanciaria da demonstração de simples operabilidade que se pretendia.

Houve uma tentativa de cobrir o projeto com alguma vegetação, no entanto, devido ao tamanho do edifício e do espaço a cobrir, o projeto chegou a um limite de processamento. Para continuar o processo era preciso um aprofundamento na programação da forma como o computador calcula a visualização do modelo. Alguma vegetação foi no entanto adicionada pontualmente para motivos demonstrativos do seu efeito em RV. Foi utilizada a ferramenta *SpeedTree* também aconselhado pelos

Studio Station que permite a criação paramétrica de vegetação que também simula o efeito do vento.

Para as demonstrações, introduziu-se ainda um pequeno detalhe de interatividade. As mãos virtuais que tomam o lugar dos periféricos do sistema RV, têm a predefinição de abrir e fechar ao pressionar o gatilho de modo a permitir agarrar objetos. Neste caso, os objetos são os cubos azuis que provêm do projeto iniciante, empilhados na banca da secretária [Fig. 119] e que podem ser manipulados seguindo as regras da gravidade.



Fig. 119 _ Imagem do hall de entrada e secretária, verifica-se também os cubos azuis com que se pode interagir.

A opção de inserir no espaço virtual da FAUP um momento de interação elevou o interesse desta experiência, expandindo a compreensão das possibilidades da RV e do sistema específico que é utilizado, os Oculus Rift ou HTC VIVE. Na versão mais atualizada do modelo 3D FAUP, foi introduzido um espaço *playground* onde estaria a estrada, que fornece também outro ponto de vista do edifício.



Fig. 120 _ Esquema demonstrativo dos passos dados a atingir a experiência de realidade virtual. Os modelos 3D representam o estado final do projeto prático.

Resultado



Fig. 121 _ Montagem elaborada pelo próprio, ilustrando a experiência de locomoção dentro do projeto de RV da FAUP.

Através de todo este processo chegou-se a um ponto considerado aceitável para a conversão do caso de estudo para RV. Nesse ponto, percebe-se que o alcance de um maior fotorrealismo e interatividade está apenas dependente da disponibilidade de mais tempo de trabalho e não tanto de novos conhecimentos técnicos.

Para tornar o modelo 3D mais parecido com o objeto físico, teriam que ser modelados todos os quartos visitáveis do edifício, juntamente com o mobiliário e arborização. Para além de serem modelados, necessitariam de texturas ou materiais específicos produzidos pelo autor ou comprados em lojas online.

O edifício da FAUP está representado até ao passeio da rua Via Panorâmica. Outra solução que poderia ter sido elaborada, seria a modelação de todo o resto ou a introdução de fotografias panorâmicas de alta resolução, bem colocadas em zonas não acessíveis.

Especulando, para além da básica visita virtual que foi atingida, o objeto virtual tem a capacidade de funcionar

futuramente com a adição de outras funcionalidades. Poder-se-ia tornar num centro informativo para novos alunos e turistas, contendo também exposições/instalações que seriam testadas ou exclusivas do ambiente virtual.

A exposição anual de trabalhos académicos “Anuária” poderia atingir outro nível, com portais que transportassem o utilizador para versões à escala humana das maquetes apresentadas anualmente. A RV também poderia ser utilizada na construção de um museu virtual do DFL, onde os projetos ganhariam outras escalas digitais/virtuais para além da fabricação. A imaginação seria o limite, mas qualquer opção tem que ser considerada e verificada se é oportuna e necessária. Como a FAUP utiliza o seu alojamento digital na internet, o modelo 3D seria a versão *super* lúdica do website, ou até um produto comercializável como “FAUP, o Jogo” ou “FAUP, a simulação”. Disponível para cada vez mais plataformas de RV cuja democratização está em forte crescimento.

No entanto, considera-se que a missão foi cumprida e foi estudado, e posto em prática, um método que permite a visualização de arquitetura em RV e que poderia ter sido aplicado com o 3D de qualquer edifício. É de realçar que o edifício do Arquiteto Siza Vieira é por si só um ícone da arquitetura da cidade do Porto e que outros edifícios que são símbolos desta cidade e do nosso mundo em geral só podem ganhar com a sua representação em realidade virtual, aproximando as pessoas da arquitetura e da sua vivência.

No fim desta etapa, ficou solidificado um método que será aplicado a outros projetos futuros e que estará em constante evolução e simplificação. Antes de seguir para as secções que descrevem as demonstrações públicas que foram realizadas, apresentam-se algumas imagens do objeto final.



Fig. 121 e 122 _ Imagens do resultado final do modelo do edifício da FAUP



Fig. 123 e 124 _ Imagens do resultado final
do modelo do edifício da FAUP

4.1.1 _ Demonstrações

No final de 2017 houve a oportunidade de participar com o DFL em dois eventos de naturezas diferentes que permitiram ao laboratório um contacto especial com um público com vários interesses e idades.

De 17 a 18 de Novembro 2017, deu-se a inauguração das novas instalações da Casa da Arquitetura no edifício recuperado da antiga Real Vinícula. Para este evento, o DFL foi convidado a participar através da realização de uma atividade dirigida preferencialmente às crianças e às famílias.

Uma semana depois, de 23 a 26 de Novembro 2017, o DFL participou com um espaço próprio na feira de construção CONCRETA 2017, onde se estabeleceu uma proximidade com arquitetos, profissionais diversos da área de construção, estudantes e, também, famílias. A demonstração da tecnologia da RV na arquitetura através da disponibilização da experiência virtual do edifício da FAUP, foi parte integrante de ambas as iniciativas.

A dissertação foi apresentada no Encontro de Investigação Jovem da Universidade do Porto - IIJUP 2018- que decorreu em Fevereiro de 2018. Em 3 dias, foram apresentados mais de 400 trabalhos em poster e apresentação oral. Após submissão e aceitação de um resumo em Inglês da dissertação. O trabalho prático foi apresentado sob a forma de poster e demonstração in-loco, intitulado de “*Architecture and Virtual Reality: Inhabiting the FAUP building*”, aos visitantes e ao júri convidado pela organização. Após o desenlace do evento, o trabalho realizado foi distinguido com uma Menção Honrosa pela Comissão Científica deste evento.

Inauguração da Casa da Arquitetura

Criada em 2007, a Casa da Arquitetura, é uma entidade cultural sem fins lucrativos que tem vindo a afirmar-se no universo da criação e programação de conteúdos para a divulgação e afirmação nacional e internacional da Arquitetura junto da sociedade. Desde 17 de Novembro 2017 a Casa da Arquitetura encontra-se instalada no edifício da Real Vinícola, com projeto de recuperação da autoria do arquiteto Guilherme Vaz.

O DFL foi convidado a participar na festa de inauguração que aconteceu entre 17 e 18 de novembro. O edifício restaurado contou com várias atividades para além da exposição inaugural intitulada “Poder Arquitetura”. Um dos espaços de atividades foi pensado e monitorizado por colaboradores do DFL, e consistiu em duas atividades, uma de manhã e outra de tarde.

De manhã, a atividade realizada consistia na montagem de maquetes de papel que foram desenhadas e modeladas no computador e exportadas para máquina de recorte *Silhouette*. Com folhetos de instrução, as crianças tiveram a oportunidade de montar os modelos que tinham formas pouco regulares e que tiravam vantagem do processo de fabricação digital.

A demonstração de RV foi a atividade escolhida para as tardes de Sábado e de Domingo. O espaço disponível foi organizado de modo a proporcionar uma área livre, com aproximadamente 3x4 metros. Dentro do espaço limitado foi possível passear e interagir com objetos em imersão virtual.

No sábado foi demonstrada uma versão da FAUP virtual, onde só era possível deambular pela plataforma da praça e hall de entrada. Os dois comandos foram os já especificados: um botão para transportar o utilizador pelo espaço, e o botão gatilho para agarrar objetos.

Cada criança teve uma experiência limitada a 8-10 minutos, de modo a permitir que todas as crianças, que rapidamente se acumularam para assistir a esta atividade, pudessem experimentar. No total, foram 36 demonstrações apenas intervaladas pela transição dos óculos entre utilizador. Esta experiência foi sempre acompanhada por dois adultos para evitar quedas ou colisões.

Na demonstração foram encorajados a procurar o espaço de entrada junto à secretaria, que continha os cubos que podiam deitar abaixo e empilhar. Devido à idade e tamanho das crianças, os comandos eram um pouco difíceis de controlar para a maioria, principalmente por causa dos tamanhos das mãos. Algumas crianças tinham apenas 4 anos de idade e, acabavam por carregar nos dois botões ao mesmo tempo, causando algumas transportações quando só se queria agarrar num objeto. Apesar desta dificuldade natural, a sua ansiedade e emoção foi inquestionável.

No dia seguinte foi posto em prática outro modelo 3D que não estava otimizado no dia anterior. Este modelo explorou muito mais a interatividade, o seu espaço neutro foi feito a partir dos modelos que estiveram a montar de manhã, em várias escalas. A experiência contou com mais cubos, esferas e paralelepípedos com janelas que amontoados pareciam edifícios. O espaço destacado com as mesas é uma réplica das dimensões do espaço físico. Fora desse espaço estavam os modelos de papel com cem vezes o tamanho.

33 crianças testaram a RV no segundo dia. Com os mesmos problemas dos comandos, mas com um espaço virtual mais amplo e simples foi mais fácil fomentar a interação com os objetos o que provocou sempre o regozijo nas crianças.

Nas duas experiências de RV, a receção foi bastante suave, nenhuma criança estranhou o ambiente virtual. Inclusive, algumas até corriam e, se não fossem agarradas, não pensavam que os limites físicos da sala eram aqueles representados pela grelha apesar das constantes chamadas de atenção. Desta

iniciativa, foi possível concluir que as crianças aceitam e se adaptam perfeitamente ao espaço virtual e não desanimam com os seus defeitos. Mesmo quando o sistema não foi feito para o tamanho delas, todas se divertiram.



Fig. 126 a 134 _ Fotografias e imagens da experiência da Casa da Arquitetura. Fotografias tiradas pelo próprio e por membros do DFL nos dois dias de exposição. Imagens 3D do *Unreal Engine 4*, do modelo experienciado no segundo dia da exposição.

A Concreta é uma feira de construção, reabilitação, arquitetura e design que acontece bienalmente. Dirigida a profissionais e ao público em geral, a Concreta pretende promover novas tendências e impulsionar a área da construção, da arquitetura e do design no contexto nacional, com vista também aos mercados externos, apresentando novidades técnicas e tecnológicas, novas soluções e novos materiais, facilitando demonstrações e experimentações e antecipando tendências aos mais variados níveis.

A vigésima oitava edição da feira realizou-se entre 23 e 26 de novembro na Exponor e o DFL decidiu, pela primeira vez, participar ativamente com um espaço próprio. A organização da feira proporcionou um espaço praça num dos três pavilhões que foi denominado de “Construção 4.0”. Neste espaço, foi possível expor o trabalho desenvolvido pelo laboratório de forma bastante apelativa. Para mostrar um próximo nível da construção, estiveram em exposição alguns dos objetos elaborados em fabricação digital e, em demonstração, algumas das tecnologias e ferramentas utilizadas. Entre estas, destacou-se o braço robótico, a impressora 3D e os óculos de realidade virtual *HTC VIVE*.

Numa área de 3x3 metros, apresentou-se novamente o modelo 3D da FAUP na versão descrita no capítulo 4.3. Nesta era possível transportar-se por dois níveis, o da praça e Hall e o nível da rua, onde podiam encontrar o *playground* com cubos para interagir. Na demonstração, apenas foi incentivada a exploração, com o foco na visualização de arquitetura.

A sequência de demonstrações não foi tão intensa como no evento anterior, o que deu lugar a conversas espontâneas acerca da RV em arquitetura. Nos quatro dias da exposição, foram 117 as pessoas que testaram os *HTC VIVE* com o modelo da FAUP. Em cada dia os números foram os seguintes: 25, 30, 28 e 34, respetivamente.



Fig. 135 _ Excerto da revista etc. onde foi exposta participação de DFL na CONCRETA e onde também foi dado atenção á utilização da RV por outras empresas.

Foi curioso verificar que nenhuma destas pessoas tinha usado a RV de computador antes da CONCRETA.

Das pessoas que participaram, 37 eram estudantes. A maioria dos jovens já tinha conhecimento dos aparelhos através dos media e redes sociais que seguiam como Facebook, sites de videojogos e vídeos no *YouTube*. O que os fez não ter vergonha para pedir e esperar para experimentar o *VIVE*. Ao contrário dos jovens, houve alguns adultos que ficavam a olhar durante algum tempo e, por timidez recusavam-se a experimentar. Ficando só com a ideia do que viam a passar no ecrã, nunca alcançaram a compreensão da sensação do seu uso na totalidade.

Neste evento, todos entenderam bem os comandos e navegaram fluidamente pelo projeto, com pequenas exceções no tempo que demoravam a compreender o processo de transporte, que mesmo assim foi quase imediato.

As expectativas de todos foram superadas ou, no mínimo, correspondidas. No caso dos adultos o espanto era maior após colocar os óculos, mesmo que não brincassem tanto com os cubos. Foi notório que após a experiência, deixaram de pensar na RV como uma “brincadeira” e conseguiram antever e sugerir o impacto deste tipo de imersão.

Fig. 136 _ Espaço preenchido pelo DFL “Construção 4.0” na CONCRETA.





Fig. 137 _ Em cima no meio, fotografias de dois utilizadores experimentando a RV na área reservada, enquanto os colegas observavam sentados.



Fig. 138 _ Arquiteto experienciando a FAUP virtual com o sistema *HTC VIVE*.



Permitindo um contacto direto com colegas e profissionais da área, esta experiência foi bastante enriquecedora. Como primeiro trabalho do género, possibilitou um treino pessoal e social a aplicar em futuras demonstrações. Permitiu também identificar alguns detalhes a melhorar e a incorporar, dentro e fora da realidade virtual.



Architecture and Virtual Reality: Inhabiting the FAUP building

Gabriel Castro Correia

Supervision of Prof. José Pedro Sousa, Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto + DFL/CEAU



The present communication summarizes the research on "Architecture and Virtual Reality", developed as a Master in Architecture dissertation at FAUP under the supervision of Prof. José Pedro Sousa.

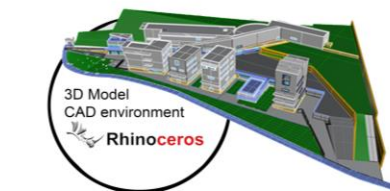
This work is structured in four main parts. The first one, sets the historical background in architecture that helps to frame the current interest and integration of Virtual Reality (VR) technologies in practice. The second, investigates the state-of-the-art of such technologies, highlighting its increasing democratization and diverse range of applications in many areas. The third part proposes reading the architectural interest in VR in four different domains: conception, visualization, simulation and object (i.e. final product). Finally, the fourth part presents and illustrates a personal experiment of VR application in architecture.

After describing the framework of the theoretical background of the thesis (e.g. chapters 1, 2 and 3), the communication will present in detail the latter experiment. This project aimed to build a VR model of the FAUP building in order to provide an alternative mode for visiting it or, in other words, to inhabit it without having to be physically in the site. The work thus unfolded through a digital process of 3D modeling and VR characterization, which evolved in detail overtime.

A comprehensive VR model was presented to the public in two main events. One was the public opening of Casa da Arquitetura in Matosinhos, where 70 children had the opportunity to try it. The other was the CONCRETA (i.e. construction fair of Porto), which targeted adults and professionals in the architecture and construction field.

The "New Realities" innovation pedagogic program also consisted of a showing of the FAUP building to the students of Geometry class and a small presentation on transporting Rhinoceros files to VR. The second moment of the program took focus in immersing the students into their own modeled buildings.

All three experiences served to test the impressions and reactions of different users to this alternative -immersive- way of architectural representation. It contributed to think about the opportunities it can bring to architectural design practice and education.



+



+



=

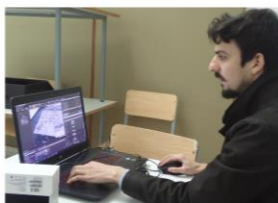
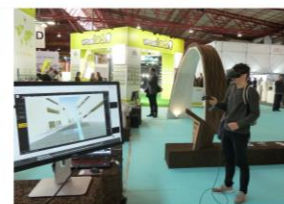
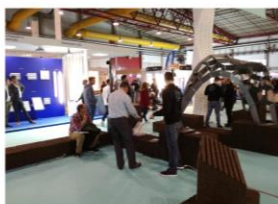


As it is noticeable in the pictures, the experience in Casa da Arquitetura consisted mainly of children under 10 years old. Even though the Virtual Reality hardware wasn't constructed for children or, let's say, small hands and heads. The overall virtual immersion was not compromised, as no child felt afraid of the experience and all of them embraced the virtual world. In fact, many of them ended up ignoring the presented boundaries and some even tried to run since the virtual space was quite ample.

The experience in CONCRETA was not as frenetic as the previous showcase. In turn, the days were filled with casual conversations and the intended VR walkthroughs with most mastered easily. None of the people had tried this type of VR before this construction fair, therefore the experience was very eye opening about the uses of VR besides entertainment.

All the Geometry students in the showings of the "New Realities" program considered the continuous use of VR if they had access to the technology. Pointing out specific operations as in detail verification in first person and the effect of light and shadow on the project geometries.

Even though the concept of VR is in our minds for years, only now it seems to have the power to reach regular use among society. As for Architecture, it seems impossible not to consider VR as an important tool of project development and communication in the years to come.



ACKNOWLEDGMENTS:

This work was developed in the DFL, Digital Fabrication Laboratory (CEAU/FAUP), and was supported by the "New Realities" innovation pedagogic project, coordinated by Prof. José Pedro Sousa and funded by the University of Porto.

4.2 _ Projeto Educativo “Novas Realidades”

Através do projeto “Novas Realidades” premiado no concurso de 1017 de Projetos de Inovação Pedagógica da Universidade do Porto, o Prof. José Pedro Sousa propôs a integração da Realidade Virtual no ensino da arquitetura.

A primeira experiência de ensino com esta tecnologia arquitetura na FAUP decorreu na Unidade Curricular de Geometria Construtiva 1 (2017-18) regida pelos professores José Pedro Sousa e João Pedro Xavier, tendo contado com a minha colaboração direta. Para melhor compreender esta iniciativa, importa explicar que o desenvolvimento do programa desta disciplina decorre através da exploração prática do uso do computador, entendido simultaneamente enquanto meio de: representação geométrica (desenho e modelação), cálculo e computação geométrica (desenho paramétrico e algorítmico) e materialização física (fabrico digital). Através do projeto “Novas Realidades” pretendeu-se acrescentar a componente de simulação virtual imersiva e à escala real através da sua introdução num exercício prático.

O exercício de grupo de Geometria Construtiva 1 desafiou os alunos na conceção e materialização de um projeto volumétrico baseado em superfícies curvas regradas. Este desafio foi um pretexto para os alunos desenvolverem um raciocínio geométrico muito preciso e aprenderem novas ferramentas digitais de modelação, análise e fabricação. Perante a imaginação e desenvolvimento de formas complexas, procurou-se testar o interesse da utilização de RV para ajudar a pensar e visualizar esse tipo de ideias.

Apesar dos desenhos, modelos tridimensionais e das maquetes construídas com o auxílio do computador, a experiência do processo de projeto decorre sempre através de representações produzida à escala real é uma experiência difícil de reproduzir e de partilhar dora dos limites da nossa imaginação. Neste sentido, tornou-se pertinente experimentar introduzir a RV

para simular os trabalhos dos alunos à escala real e proporcionar a possibilidade única de entrar, e habitar, esses espaços.

Com este objetivo a RV foi apresentada aos alunos numa visita de estudo ao DFL. A meio da visita, foi dada uma breve aula de introdução ao processo que seria utilizado para transportar os projetos para RV. Demonstrou-se o processo de importação de um modelo CAD do *Rhinoceros* para *3dsMax* e, em seguida ,para o UE4 para a visualização em tempo real. De seguida dividiu-se a turma em grupos para testarem o *HTC VIVE* pela primeira vez, experimentando o modelo do edifício da FAUP apresentado na secção anterior.



Fig. 141 e 142 _ Aula dada aos alunos de Geometria Construtiva.

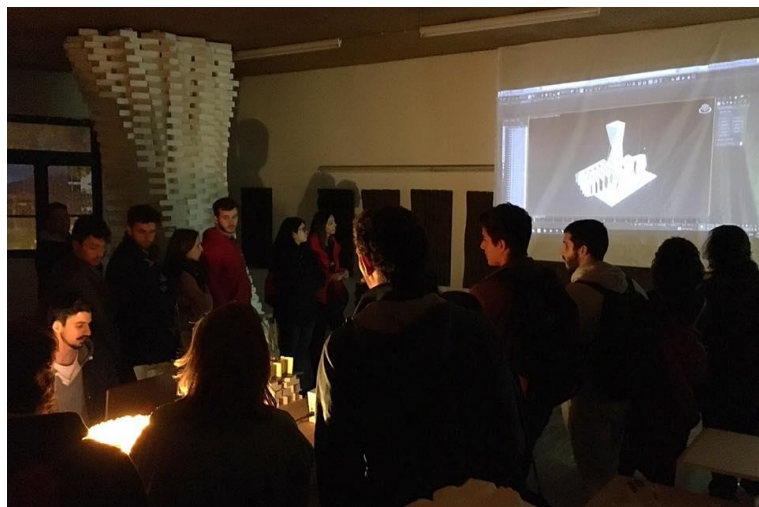




Fig 143 _ Demonstração da FAUP virtual aos alunos.

Nos dias nove e dez de janeiro de 2018, a aula de Geometria Construtiva 1 foi dedicada à experiência individual em RV dos projetos desenvolvidos pelos alunos. A preparação prévia deste trabalho recorreu ao *Datasmith*, o que facilitou imenso a importação do ficheiro para UE4. Foi pedido aos alunos que estabelecessem duas *layers*, uma para as superfícies opacas e outra para as superfícies transparentes. Como os ficheiros estavam modelados em unidades distintas, foi necessário converte-los todos para metros. Desta forma, os modelos seriam apreciados à escala real, que é 100 vezes maior que o tamanho das maquetes construídas com 30x30 centímetros de área.

Antes de passar para o UE4, decidiu-se juntar todos os modelos num único ficheiro. Organizados numa grelha de 4x3, esta associação criou uma espécie de cidade flutuante com doze edifícios de formas curvilíneas e ondulantes. Para gerar maior densidade, duplicou-se esta grelha criando um total de vinte e quatro edifícios.

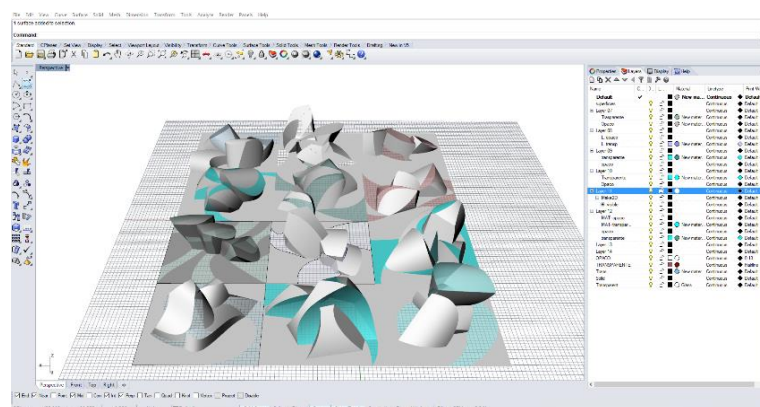
Tal como explicado em 4.2, o *Unreal engine 4* calcula a luz e sombra das superfícies apenas do lado em que a informação UV se direciona. Para resolver este problema e obter uma experiência RV aceitável foi necessário contornar o comando “*bake*”, que imprime a luz na geometria de modo diminuir o cálculo em tempo real, pois essa opção causava sombreamentos completamente erráticos.

Não usando o “*bake*” para atingir a informação correta da luz no objeto, utilizou-se a luz solar amovível. Nos materiais anexados à geometria, foi mudado o “*shading*” normal para o “*two sided shading*” que é o mesmo utilizado em situações como folhagens. Nas opções da geometria também foi necessário ativar a opção “*two sided*”.

O nível de representação conceptual foi atingido e as formas dos edifícios mostraram-se legíveis. Quanto ao movimento através do espaço, utilizou-se o mesmo sistema do projeto da FAUP mas sem a inclusão objetos de interação. Uma vez imersos nessa cidade virtual os alunos enfrentaram o desafio de encontrar o seu projeto no meio dos doze, o que tornou a experiência mais divertida.

Ao verem os projetos na perspectiva simulada em RV, os alunos foram-se apercebendo de pontos positivos e outros mais negativos do respetivo projeto, que tinham passado despercebidos nas representações desenvolvidas até então. Como os outros dois ou três alunos do grupo observavam o primeiro a utilizar a RV, o choque era maior e expressavam que ver o projeto no ecrã ou nos óculos era completamente diferente. Foi também interessante verificar que enquanto procuravam o seu projeto, os alunos iam passando pelos trabalhos dos colegas. Esta experiência era de tal forma imprevista que gerava comparações e apreciações espontâneas. Muitos alunos não se coibiram de expressar admiração pelo trabalho que outros colegas tinham desenvolvido.

Fig. 145 _ Captura da interface do *Rhinoceros* com os doze modelos 3D dos grupos de alunos de Geometria Construtiva.



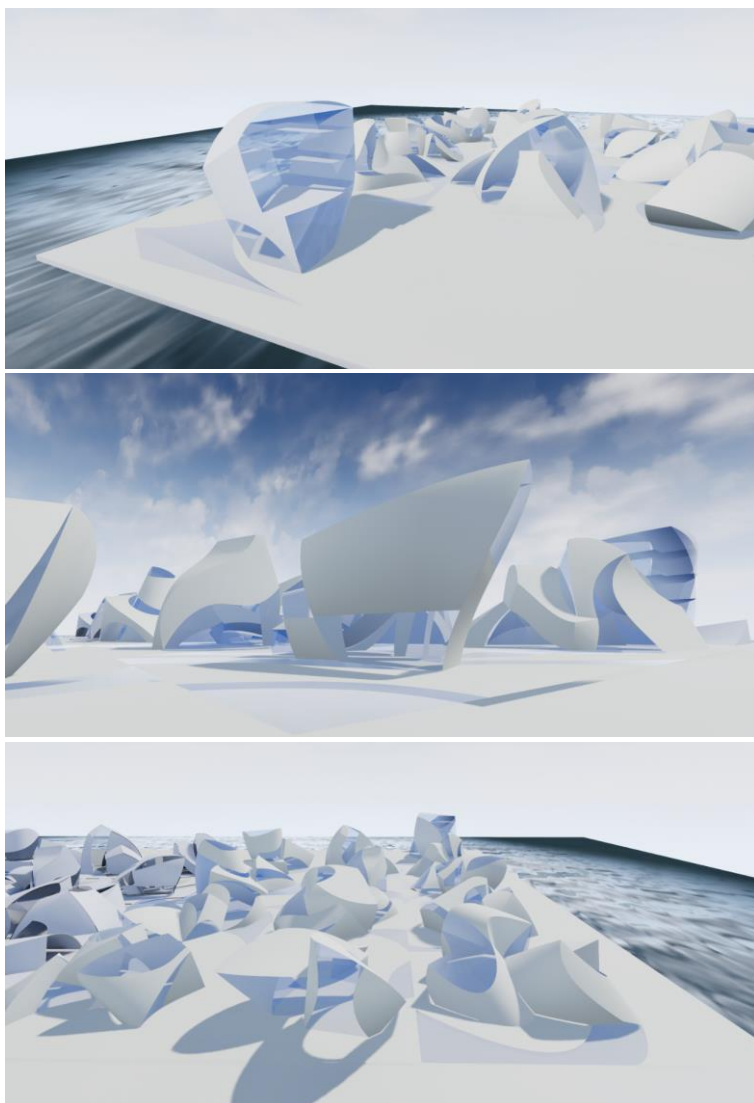
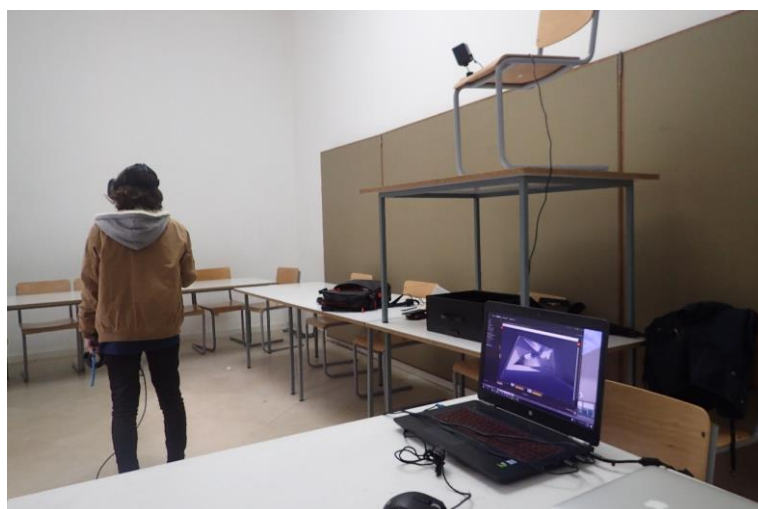


Fig. 146, 147 e 148 _ Os modelos 3D de cada grupo de alunos agrupados no *Unreal Engine 4*.

No fim da experiência de RV, os alunos preencheram um pequeno questionário que se encontra nos anexos da dissertação. Nas respostas, a grande maioria nunca tinha usado RV antes dessa aula, mostrava interesse pela experiência, recomendando-a. Verifica-se também um consenso generalizado relativamente à apreciação positiva das perspetivas sobre o projeto que a RV oferece e que se destacam da maquete tradicional e das vistas 3D nos programas que usam para desenhar e modelar. Este balanço aponta também para a descomplicação do contacto com os clientes usando a escala real em RV. Se tivessem o acesso à tecnologia, ninguém hesitava em continuar a usar continuamente esta ferramenta e meio no apoio aos seus projetos. Apontando para a verificação em primeira pessoa de pormenores como a forma, e como a luz e a sombra interagem com as geometrias do projeto.

Em geral, referem também que a escala humana ajudaria imenso numa deteção mais rápida de erros ou pormenores a melhorar num determinado projeto.

Fig. 149, 150 e 161 _ Professor João Pedro Xavier e alunos utilizando o sistema de RV *HTC VIVE* com a experiência desenvolvida com os modelos 3D elaborados em grupo.



Capítulo 5 _ Conclusão

Esta dissertação resulta de um interesse pessoal sobre o tema da Realidade Virtual em arquitetura, motivado pelo estado de desenvolvimento e acessibilidade atual desta tecnologia, e pelo momento de conclusão da formação em arquitetura. Animado por desenvolver a primeira dissertação focada neste assunto, procurou-se articular um estudo histórico e teórico com a aquisição de conhecimentos práticos que, no final deste trabalho, demonstraram ter atingido um nível de maturidade relevante. Esta assunção advém da preocupação constante, sem receios, de, ao longo do seu desenvolvimento, insistir em expor publicamente o trabalho a diversos públicos, procurando obter reações e críticas construtivas.

A aquisição dos Oculus Rift pelo autor da dissertação desencadeou nos meses que se seguiram, a apresentação do aparelho a várias pessoas curiosas, após a explicação da direção e temática da tese de mestrado. Estas demonstrações envolveram inicialmente a família, amigos e conhecidos que se deparavam com o aparelho em visitas ao DFL.

O ceticismo inicial perante a experiência da RV, foi sempre superado, pois todos saíram convencidos do poder imersivo que esta tecnologia de simulação imersiva apresenta nos dias de hoje. A este respeito, será importante recordar as primeiras experiências de iniciação à RV, e que começavam pelo “Dream Deck”, uma demonstração simples que colocava o utilizador em quatro espaços diferentes com objetivos particulares, usando apenas o HMD.

O primeiro [Fig. 162] era um cenário florestal e de estética “*low poly*” que continha alguns animais, um pequeno rio e fogueira em que os mais curiosos estendiam a mão para sentir o calor inexistente. A experiência virtual brilha na transição, de quando se passa de um espaço virtual para o vazio e do vazio para outro espaço. No segundo espaço [Fig. 163] surge um marciano que provocou sempre espanto ou mesmo susto, uma vez que o

detalhe 3D realista provoca a sensação de presença de um outro ser, apesar do cenário ser de ficção científica interplanetária. O terceiro [Fig. 164] é das sensações mais fortes e intrigantes, levamos ao topo de um edifício muito alto de uma cidade bastante densa e detalhada. A vertigem é tão real que assusta a maioria dos utilizadores, bloqueando os movimentos com o medo de cair, chegando por vezes ao ponto de tentar-se agarrar aos corrimões virtuais. O último [Fig. 165] é um espaço que aparenta ser um grande corredor de um museu, as pistas sonoras anunciam os passos de um ser gigante e do fundo do corredor aproxima-se um Tiranossauro com o intuito de assustar. Os mais sensíveis assustam-se ao ponto de se afastar até aos limites do quarto, enquanto a maioria consegue-se abstrair apenas reagindo quando o monstro passa por cima.

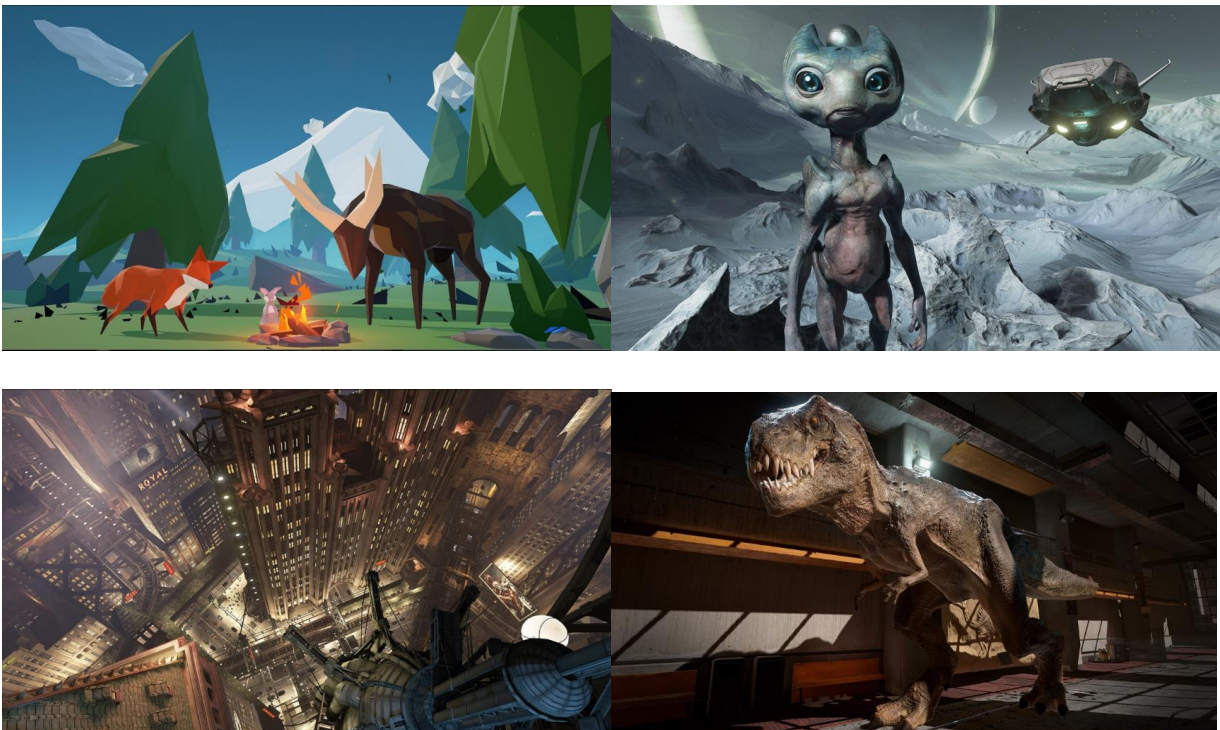


Fig. 162 a 165 _ As quatro fases da demonstração DreamDeck do Oculus Rift.

Aos mais interessados a demonstração continuaria por outras experiências ou jogos que usassem a interação dos comandos especiais, estes jogos provocariam muito mais diversão revelando o lado lúdico e cansativo da RV. Jogos como *Bullet Train* e *Robo Recall* onde é necessário esquivar-se das balas enquanto se tenta eliminar todos os inimigos, proporcionam experiências de RV mais emocionantes e interativas.

Contrastando com o fraco desenvolvimento dos anos 90, o interesse da realidade virtual tem hoje lugar numa década plena de desenvolvimentos tecnológicos, solidificando-se e interagindo com uma sociedade que aparenta estar cada vez mais dependente de novas tecnologias, cada vez mais diversas e embebidas noutros objetos e artefactos (ex: electrodomésticos, roupas, acessórios). Os *headsets* de RV são consequência disso, do constante desejo de mais e melhores peças para a construção de smartphones, que resultaram em *écrans* cada vez mais pequenos e com maior resolução. Juntamente com lentes especializadas, surgem os óculos de RV que se apresentam hoje, destacando-se pelos diferentes sistemas de *motion capture*, essenciais para variadas experiências, uma vez que a captura de movimento perfeito permite o mínimo de dissociação entre o corpo real e o corpo virtual.

A barreira do *hardware* não é tudo. O fabrico e vendas dos sistemas de RV necessitam de uma boa rede de software, ou seja, programas e jogos que sejam atrativos ao consumidor geral. Da mesma forma que a indústria e comunidade de videojogos se tornou cada vez mais relevante a nível social e mediático, com as vertentes de jogos de multijogadores online massivos (MMO) que evoluem desde que a internet se tornou pública. Este fenómeno é resultante do desejo de conforto e privacidade que só se obtém em casa, ou com os “seus”. A internet permitiu que houvesse um determinado nível de interação humana no conforto do quarto, seja nas salas de *chat* ou nos jogos. A entrega social aos mundos virtuais deve-se à evolução das telecomunicações que permitiram uma partilha e comunicação sem estar “cara a cara”, não só com os telefones e internet, mas também com as grandes lojas, restaurantes e supermercados que reduzem até ao mínimo a conversação ou contacto humano.

A RV será sem dúvida o próximo passo de interação online, onde os avatares não serão apenas imagens, *nicknames* e modelos 3D humanoides que seguem animações predefinidas e robóticas. Os avatares em RV terão as qualidades dos utilizadores, como os movimentos, os olhos ou a voz do utilizador. Por agora os pacotes básicos de RV contêm apenas os

óculos para a imersão da cabeça, e os comandos/luas para a imersão das mãos. No futuro, espera-se que sejam adicionados, outros periféricos que completarão a globalidade da imersão. Enquanto não nos ligamos com um cabo à imagem de “the Matrix”, os desenvolvimentos que se verificam vão desde luvas e fatos hápticos [Fig. 166-169], a passadeiras que permitem andar no sítio e ultrapassar a escala do quarto [Fig. 170 e 171].

Fig. 168 e 169 _ Na esquerda, o fato haptico *Teslasuit*. Na direita, as luvas hápticas *VRgluv*.

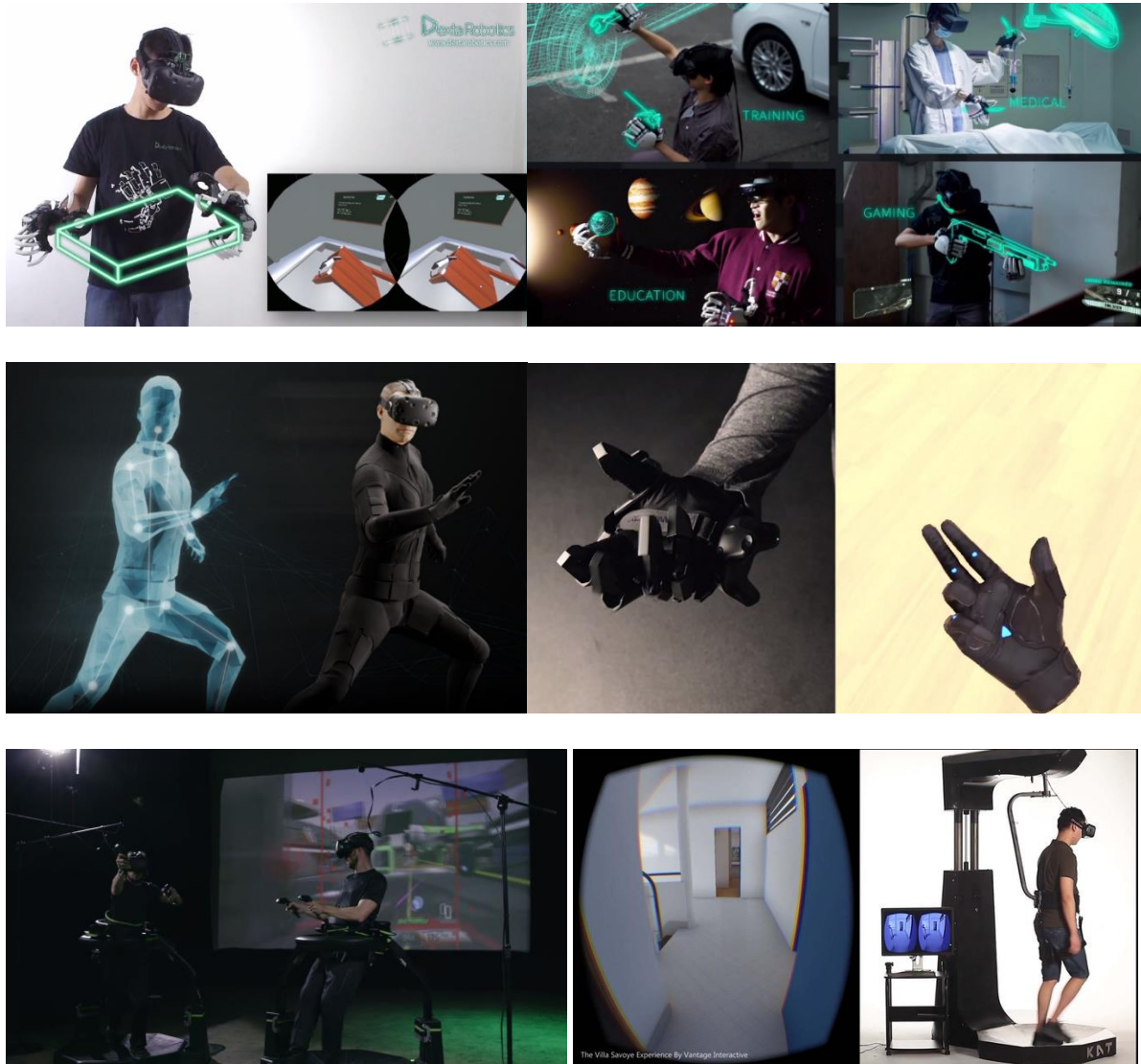


Fig. 170 e 171 _ Em cima, a passadeira para andar em RV *Virtuix Omni*. Em baixo, a passadeira *KAT WALK*.

O crescente desenvolvimento da tecnologia de RV levará a uma sedimentação de novas formas de contar histórias e interagir. A RV introduzirá os mundos da ficção de um modo que a literatura e o cinema não conseguem. O grafismo cada vez mais realista dará forma a esses mundos virtuais, e com a programação e os periféricos o utilizador, individual ou coletivamente, poderá ser tanto um espectador como também uma personagem dessa história.

Face ao estado atual da tecnologia e destas perspetivas de evolução futura, a arquitetura não se pode manter indiferente. Nesta dissertação, demonstrou-se como a RV pode ser utilizada para aplicações mais óbvias, como simular um projeto não construído. Contudo, viu-se igualmente que, enquanto meio de apoio à conceção, pode contribuir para fazer evoluir o projeto em direções que porventura não seriam consideradas sem essa experiência. Esta experiência é única, na medida em que constitui uma possibilidade acessível para experimentar o projeto à escala real de forma imersiva. Naturalmente, esta representação não contém toda a informação de um projeto, pelo que a sua utilização não substitui, mas sim, complementa as outras formas de representação que tradicionalmente acompanham o desenvolvimento do projeto.

Viu-se também que explorando as especificidades desta tecnologia, alguns arquitetos consideram que a conceção de um ambiente de RV pode ser um campo de intervenção arquitetónico. Se uma pessoa se esquecer da dimensão material, e se atentar para todas as formas crescentes de socialização e de virtualização das funções que emergem e se sustentam através de interfaces digitais, pode-se considerar que esta questão é tão polémica quanto pertinente. De facto, para além de recorrer às mesmas técnicas de representação, a imaginação e construção de um ambiente virtual opera com códigos e preocupações que encontram afinidades com o projeto de espaços físicos, envolvendo a noção de habitar, percurso, programa, conforto, privacidade, exposição, etc. Assim, será interessante colocar as seguintes questões: que tipo de profissional deverá desenvolver um modelo virtual de um edifício como o da FAUP, pensando e definindo a forma como os visitantes o irão experimentar? Ou conceber de raiz um modelo virtual de um museu, organizando e estabelecendo as condições de ambiente ideias para permitir a visita, observação e interação com as peças expostas?

Quando se olha para os escritórios analisados neste trabalho, como os *UN Studio*, parece verificar-se que o arquiteto tem uma capacidade única para cruzar estes dois campos de intervenção – material e o digital. Não se trata de escolher um ou

outro campo, pois muitas vezes o desafio até implica a interação entre ambos. A este respeito, ao descrever e explicar o fluxo de trabalho para a exploração de RV em arquitetura, foi possível verificar que os seus meios de desenvolvimento são os mesmos, ou muito próximos, aos que o arquiteto já utiliza hoje em dia.

Podemos então concluir que o tema desta dissertação não podia ser mais atual e que levanta questões pertinentes sobre a utilidade desta nova ferramenta e meio, ao serviço dos arquitetos e da arquitetura.

O trabalho prático desenvolvido como importante parte da dissertação, e a sua divulgação em eventos como a inauguração da Casa da Arquitetura e na exposição CONCRETA 2017, demonstram que existe interesse em utilizar a realidade virtual em arquitetura.

As reações provocadas pela imersão em quem as realizou e a prática já corrente em alguns ateliers de arquitetura, provam que esta é uma ferramenta que só poderá enriquecer o mundo da arquitetura e que pela sua novidade e atualidade tornaram tão interessante todo o trabalho realizado no âmbito desta dissertação. Também porque sobretudo abre novos caminhos e possibilidades no seio da arquitetura e do mundo digital que a rodeia e transforma.

Lista de Acrónimos

Apps - Aplicações

ArchViz – Architectural Visualization

BIM - Building Information Modeling

CAD – Computer Aided Design (Desenho assistido por Computador)

DFL – Digital Fabrication Lab (Laboratório de Fabricação Digital)

DSTS - Dismounted Soldier Training System

eCAADe - Association for Computer Aided Architectural Design and Research in Europe

FAUP – Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto

FPS – Frames per Second

GPU's - Graphic Processor Unit (Placas gráficas)

HMD – Head Mounted Display

MMO – Massive Multiplayer Online (jogos de multijogadores online)

OASRN – Ordem dos Arquitectos Secção Regional Norte

OSVR - Open Source VR

RA - Realidade aumentada

RV - Realidade virtual

TIC's – Tecnologias de Informação e Comunicação

UE4 - Unreal Engine 4

VCASS - Visually-Coupled Airborne Systems Simulator

Bibliografia

Amaral, Inês (2016). *Redes Sociais na Internet: Sociabilidades Emergentes*, Covilhã, Editora LABCOM.IFP

Pearce, Martin e Spiller, Neil (Eds.) (1995). *Architects in Cyberspace I*, Architectural Design. John Wiley & Sons.

Architectural Design (1998). *Architects in Cyberspace II*, Revista, Neil Spiller (Editor)

Bouman, Ole (1996). *Real Space in Quicktimes*. Architecture and Digitalization, Nai Publishers, Rotterdam

Boyer, Christine (1996). *Cybercities: Visual perception in the age of electronic communication*. Princeton Architectural Press

Carneiro, Alberto (1995). *Campo sujeito e representação no ensino e na prática do desenho/projecto* - 1ª ed. - Porto: FAUP Publicações

Carreiro, Miguel, Pinto, Pedro (2013). *The evolution of representation in architecture*. 1st eCAADe Regional International Workshop

Chordá, Frederic (2004). *De lo visible a lo virtual*. Barcelona, Editorial ANTHROPOS

Crowson, Lorraine (2015). *Representational Techniques for Architecture*

Dokonal, Wolfgang, Knight, Michael, Dengs, Ernest (2015).

New Interfaces – Old Models. Artigo apresentado na
eCAADe 33 Conferência Anual

Dokonal, Wolfgang, Knight, Michael, Dengs, Ernest (2016). VR

or Not VR – No longer a Question? Artigo apresentado
na eCAADe 34 Conferência Annual

Duarte, Fábio (1999). *Arquitetura e Tecnologias de Informação
da Revolução Industrial À Revolução Digital*

Ettlenger, Or (2008). *The Architecture of Virtual Space*,

University of Ljubljana, Faculty of Architecture

Francisco, Ricardo (2013). *Automatização Digital na Produção*

de Maquetes. Dissertação para a obtenção do Grau de
Mestre em Arquitectura na Universidade do Técnico
Lisboa

Lisboa, Fernando (1997). *Desenho de arquitectura assistido por*

computador

Freitas, Márcia, Ruschel, Regina (2013). *What is happening to*

virtual and augmented reality applied to architecture?

Artigo apresentado na conferência anual CAADRIA
2013

Galloway, Alexander (2006). *Gaming, Essays on Algorithmic*

Culture

Gombrich, E.H. (2004) *Art and illusion: A study in the*

psychology of pictorial representation.

Grau, Oliver. (2003) *Virtual Art: From illusion to immersion*.

- Güll, Leman (2017). *Studying Architectural Massing Strategies in Co-design, Mobile Augmented Reality Tool versus 3D Virtual World*. Artigo apresentado na eCAADe 35 Conferência Anual
- Hakak, Alireza M., Nimish Biloria (2011). *New perception of virtual environments, Enhancement of creativity*. Artigo apresentado na eCAADe 29 Conferência Anual
- Iacovini, Alberto (2004). *Game zone: playgrounds between virtual scenarios and reality* . Editado por Birkhauser
- Lévy, Pierre (1999). *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34
- Lopes, Silvina Rodrigues (2012). “Entrevista com Silvina Rodrigues Lopes” – revista de história da arte nº10
- Mitchel, William J. (1996). *City of Bits: Space, Place, and the Infobahn*
- Mitchel, William J. (2000). *E-topia: "Urban Life, Jim--but Not as We Know It"*
- Miltiadis, Constantin (2015). *Virtual Architecture in a Real-time, Interactive, Augmented Reality Environment*. Artigo apresentado na eCAADe 33 Conferência Anual
- Moloney, Jules et.al (2017). *Lines from the Past, Non-photorealistic immersive virtual environments for the historical interpretation of unbuilt architectural drawings*. Artigo apresentado na eCAADe 35 Conferência Anual
- Negroponte, Nicholas (1995). *Being Digital*

Parente, André (2004). *Imagem Máquina: a era das tecnologias do virtual*

Perelli, Bruno., Zorzano, Osvaldo (2012). *Lego como herramienta de introducción a la enseñanza del 3D*.
Artigo apresentado no 16th Iberoamerican Congresso of Digital Graphics

Pereira, José (2014) *Arquitectura e jogo digital: intersecção e especificidade*. Dissertação; Prof. responsável José Pedro Sousa. - Porto: Faup

Pickersgill, Sean (2007). *Unreal Studio – Game Engine Software in the Architectural Design Studio*. Artigo apresentado na eCAADe Futures' 07

Rasmussen, Steen (1962). *Experiencing Architecture*. M.I.T. Press, Massachusetts Institute of Technology in Cambridge [Mass.].

Rodrigues, Mário (2009). *Cidade: tipologias, cultura, virtual*

Roupé, Matias, Gustafsson, Mathias (2013). *Judgement and decision-making aspects on the use of virtual reality in volume studies*. Artigo apresentado na Conferência Anual CAADRIA 2013

Rua, M., Alvito, Pedro, Ramos, Duarte, Fernandes, Bruno Martins, Susana (2011) *Portugal*. Artigo apresentado na eCAADe 29 Conferência Anual

Semper, Gottfried (2010). *The four elements of architecture and other writings*. Introduction by Harry Francis Mallgrave, Cambridge University Press

- Spiller, Neil (2012). *Cyber Reader – Critical Writings for the Digital Era*
- Sousa, José (1999). *A arquitetura no Ecrã*, dissertação de mestrado
- Sun, Lei, Fukuda, Tomohiro, Tokuhara, Toshiki, Yabuki, Nobuyoshi. (2013) *Difference between a physical model and a virtual environment as regards perception of scale*. Artigo apresentado na CAADRIA 2013 Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia
- Thomsen, Christian (1994). *Visionary Architect – From Babylon to Virtual Reality*
- Trabalho produzido pelo Grupo «Futuros da Sociedade da informação» da APDSI. (2016) *O Aprofundamento da Era Digital – Um Cenário para 2030*, APDSI, Associação para a promoção e desenvolvimento da sociedade da informação
- Fukuda, Tomohiro, Tokuhara, Toshiki, Yabuki, Nobuyoshi. (2010) *Japão. Development of a City Presentation Method by Linking Viewpoints of a Physical Scale Model and VR*. Artigo apresentado na eCAADe 28 Conferência Anual
- Tonn, Christian (2017). *Designing Colour in Virtual Reality, Comparing a Virtual Reality based and a Screen based Colour Design Method*. Artigo apresentado na eCAADe 35 Conferência Anual

Vieira, Joaquim. (1995). *O Desenho e o projecto são o mesmo?*
: outros textos de desenho

Kolarevic, Branko (2010). *Architecture in the Digital Age.*
Design and Manufacturing

Kreutzberg, Anette (2014). *New Virtual Reality for*
Architectural Investigations. Artigo apresentado na
eCAADe 32 Conferência Anual

Kreutzberg, Anette (2015). *Conveing Architectural Form and*
Space With Virtual Reality. Artigo apresentado na
eCAADe 33 Conferência Anual

Kreutzberg, Anette (2016). *High quality Virtual Reality for*
Architectural Exhibitions. Artigo apresentado na
eCAADe 34 Conferência Anual

Zampi, Giuliano., Morgan, Conway (1996). *Virtual*
Architecture

Zurichted, Eth., Engel, Moia (2001). *Bits and Spaces:*
architecture and computing for physical, virtual and
hybrid realms: 33 projects (...)

Bibliografia Eletrónica

AECMagazine. *Virtual Reality for architecture: a beginner's*
guide. Disponível em <http://www.aecmag.com/59-features/1166-virtual-reality-for-architecture-a-beginner-s-guide> [visitado em 15.09.2016]

Baio, César (2015). Entrevista com Cláudia Giannetti.

https://revistas.ufrj.br/index.php/eco_pos/article/view/2393/2034 [visitado em 06.02.2018]

Billeaud, Joseph Larson , (2015). Associate Architect of JAHN, conjunto de entrevistas a gabinetes de arquitetos por um site da empresa “InsiteVR”, software utilizado para converter modelos 3D para a sua visitação.

<https://blog.insitevr.com/2015-vr-pioneers-joseph-larson-billeaud/> [visitado em 11.05.2016]

Diller Scofidio + Renfro. *Pierre Charreau: Modern*

Architecture and Design. Disponível em

<https://dsrny.com/project/pierre-charreau?index=false§ion=projects&search=virtual%20reality>
[visitado em 11.09.2017]

Fairs, Marcus (2015) *Virtual reality will be "more powerful than cocaine"*. Disponível em

<https://www.dezeen.com/2015/04/27/virtual-reality-architecture-more-powerful-cocaine-oculus-rift-tyhedfan-olivier-demangel-ivr-nation/> [visitado em 11.05.2016]

Grozdanic, Lidija (2016). *The Art of Rendering: How*

Technology Will Transform the ArchViz Industry.

Disponível em <https://architizer.com/blog/the-art-of-rendering-cgarchitect/> [visitado em 02.08.2016]

Ho, Vanessa (2017). *Design revolution: Microsoft HoloLens*

and mixed reality are changing how architects see the world. Disponível em

<https://blogs.microsoft.com/transform/feature/design-revolution-microsoft-hololens-mixed-reality-changing-architects-world/> [visitado em 31.01.2017]

KADK (2015). *Inside Snøhetta: Research and VR glasses reveal architecture before it's even built*. Disponível em <https://kadm.dk/en/news/ind-i-snohetta-forskning-og-vr-briller-abner-op-arkitektur-det-er-bygget> [visitado em 16.01.2018]

Kelly, Kevin (2016) The Untold Story of Magic Leap, the World's Most Secretive Startup. Disponível em <https://www.wired.com/2016/04/magic-leap-vr/> [visitado em 16.05.2016]

Lierop, Johan (2017). *THE KREMER MUSEUM*. Disponível em <https://www.architales.com/#/tkm/> [visitado em 16.01.2018]

Marketeer, notícias (2016). *Portugal na realidade virtual da Samsung*. Disponível em <http://marketeer.pt/2016/02/26/portugal-na-realidade-virtual-da-samsung/> [visitado em 28.02.2016]

Mi5VR Architects (2016). *VIRTUAL & REAL ARCHITECTURE*. <http://mi5vr.com/#home> [visitado em 13.05.2016]

Novak, Marcos (1994). *Trans-architecture*. Disponível em <http://www.fen-om.com/theory/theory12.pdf> [visitado em 16.05.2016]

Stevens, Philip (2017). *how gensler is using microsoft hololens and mixed reality to develop its projects*. Disponível em <https://www.designboom.com/architecture/gensler-microsoft-hololens-virtual-mixed-reality-06-25-2017/> [visitado em 11.09.2017]

Stevens, Philip (2016). *how virtual reality helped gensler design NVIDIA's silicon valley HQ*. Disponível em <https://www.designboom.com/architecture/virtual-reality-nvidia-headquarters-gensler-interview-scott-dewoody-iray-software-08-08-2016/> [visitado em 31.08.2017]

The Verge (2016). THE RISE AND FALL AND RISE OF VIRTUAL REALITY. Disponível em <https://www.theverge.com/a/virtual-reality> [visitado em 01.09.2016]

Treharne, David (2016). OSVR HDK – A POSSIBLE LOW BUDGET VR SOLUTION? Disponível em <https://www.gamespew.com/2016/04/razer-hdk-possible-low-budget-vr-solution/> [visitado em 11.04.2016]

UN Studio. *Experience Virtual Reality: Collaboration with PROOFF*. Disponível em <https://www.unstudio.com/en/page/5895/experience-virtual-reality-collaboration-with-prooff> [visitado em 06.09.2017]

Vitti, Mathew (2017). *VR Visionaries #5: Matthew Vitti, VR Architect, TCA Architects*. Disponível em

<https://www.vr-intelligence.com/vr-visionaries-5-matthew-vitti-vr-architect-tca-architects> [visitado em 16.06.2017]

Wallis, Oliver (2016). *Think Bigger: Bjarke Ingels on why architecture should be more like Minecraft*. Disponível em <http://www.wired.co.uk/article/architect-bjarke-ingels> [visitado em 07.01.2018]

<https://www.leapmotion.com>

<https://www.oculus.com>

<http://www.htcvive.com>

<https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us>

<https://www.google.com/get/cardboard/>

<http://mi5vr.com>

<http://www.tiltbrush.com/>

Complementares

Virtual Reality to change your industry (2017)

<http://ivrnation.com/> [visitado em 05.09.2017]

Instant Virtual Reality for the Building Industry (2017)

<https://irisvr.com/> [visitado em 05.09.2017]

The Complete VR Platform for AEC (2017)

<https://www.insitevr.com/> [visitado em 05.09.2017]

<http://www.archdaily.com/tag/virtual-reality-for-architects/>

Videos

Envisioning the Future with Windows Mixed Reality

<https://www.youtube.com/watch?v=2MqGrF6JaOM>

[visitado em 1.27.2018]

Farnsworth House | Unreal Engine 4.

[https://www.youtube.com/watch?time_continue=37&v=](https://www.youtube.com/watch?time_continue=37&v=2WrHf8tCMRg)

[2WrHf8tCMRg](https://www.youtube.com/watch?time_continue=37&v=2WrHf8tCMRg) [visitado em 14.08.2017]

Voshart, Daniel. MArch THESIS: VR AND

ARCHITECTURE. Disponível em

<http://www.voshart.com/MArch-THESIS-VR-AND->

ARCHITECTURE [visitado em 20.08.2017]

Virtual Reality in Architecture Design & Review

<https://www.youtube.com/watch?v=w4ldAnAXW8o>

[visitado em 30.06.2016]

IrisVR Prospect Feature Showcase in Mixed Reality

<https://www.youtube.com/watch?v=cdcLF27uHPA>

[visitado em 1.27.2017]

Créditos de Imagens

Fig. 01 _ <https://roadtovrlive-5ea0.kxcdn.com/wp-content/uploads/2016/08/tilt-brush.jpg> [visitado em 13.05.2016]

Fig. 02 _ <https://www.wikiart.org/en/giovanni-battista-piranesi/set-of-stairs-decorated-with-magnificent-architecture> [visitado em 13.05.2016]

Fig. 03 _ <https://static1.squarespace.com/static/55f7ec5de4b0c86dd61aa9c3/55faebc7e4b0b02e8e5ef84c/56138ff9e4b09b70719d47d6/1444122619870/Esquema+Integraci%C3%B3n.jpg?format=2500w> [visitado em 10.05.2016]

Fig. 04 _ http://img4.wikia.nocookie.net/_cb20110417091317/tron/images/c/c5/Tron_City01.jpg [visitado em 29.07.2017]

Fig. 05 _ <http://www.techradar.com/news/world-of-tech/computing/how-special-effects-transformed-the-movies-590842> [visitado em 29.07.2017]

Fig. 06 _ <https://www.facebook.com/spaces> [visitado em 02.08.2017]

Fig. 07 _ https://roadtovrlive-5ea0.kxcdn.com/wpcontent/uploads/2015/04/Soldiers_with_the_Royal_Netherlands_Army_conduct_training_in_Dismounted_Soldier_Training_Systems_at_the_7th_Army_JointMultination

al_Training_

Command_Grafenwoehr_Germany_June_5_2013_1306

05-A-HE359-068.jpg [visitado em 03.02.2018]

Fig. 08 _ <http://razoesparaacreditar.com/tecnologia/realidade-virtual-tecnologia-ajuda-medicos/> [visitado em 14.08.2018]

Fig. 09 _ <http://www.uptime.com.br/blog/realidade-virtual-na-educacao> [visitado em 14.01.2018]

Fig. 10 _ <https://venturebeat.com/wp-content/uploads/2018/01/incontext-solutions-shoppermx-hive.png?resize=1275%2C724&strip=all> [visitado em 03.02.2018]

Fig. 11 _ https://www.janeausten.co.uk/wp-content/uploads/2013/07/panhistory_barker_double.gif [visitado em 10.05.2016]

Fig. 12 _ <https://www.retrowaste.com/1930s/toys-in-the-1930s/view-master-sawyers/> [visitado em 26.07.2016]

Fig. 13 _ <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/Sensorama-morton-heilig-virtual-reality-headset.jpg> [visitado em 10.05.2016]

Fig. 14 _ <http://www.dsource.in/sites/default/files/course/virtual-reality-introduction/evolution-vr/sword-damocles-head-mounted-display/images/17.jpg> [visitado em 16.09.2016]

- Fig. 15 _ <http://history-computer.com/ModernComputer/Software/images/IvanSutherland1962.jpg> [visitado em 16.09.2016]
- Fig. 16 _ <https://flashbak.com/wp-content/uploads/2014/11/PA-9197076.jpg> [visitado em 06.09.2016]
- Fig. 17 _ <http://www.retrovr.co.uk/test/Images/2000%20SU%20002.png> [visitado em 06.09.2016]
- Fig. 18 _ <http://www.explainthatstuff.com/virtualreality.html> [visitado em 06.09.2016]
- Fig. 19 _ <https://yokesin1993.files.wordpress.com/2015/08/cornercave-mechanical-view.png> [visitado em 26.07.2016]
- Fig. 20 _ <http://couldthishappen.com/wp-content/uploads/2012/03/CAVE.jpg> [visitado em 26.07.2016]
- Fig. 21 _ https://www.researchgate.net/profile/Thomas_Levy/publication/288359045/figure/fig1/AS:313875271569408@1451845105629/The-StarCAVE-at-UC-San-Diegos-Qualcomm-Institute-showing-the-360-degree-five-walled.png [visitado em 26.07.2016]
- Fig. 22 _ <https://vrtifacts.com/retrospective-photo-review-of-forte-vfx1-virtual-reality-system/> [visitado em 26.07.2016]

Fig. 23 _ <https://vrtifacts.com/retrospective-photo-review-of-forte-vfx1-virtual-reality-system/> [visitado em 26.07.2016]

Fig. 24 _ <https://vrtifacts.com/retrospective-photo-review-of-forte-vfx1-virtual-reality-system/> [visitado em 26.07.2016]

Fig. 25 _ https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81BKTMewQWL._SL1500_.jpg [visitado em 28.07.2016]

Fig. 26 _ <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/41i9QwnsoqL.jpg> [visitado em 28.07.2016]

Fig. 27 _ <https://9to5google.files.wordpress.com/2017/05/google-vr-standalone.png?w=1400&h=700> [visitado em 04.02.2017]

Fig. 28 _ <https://www.theverge.com/2016/6/10/11898470/pokemon-go-ios-android-niantic-ingress-ar-first-look> [visitado em 02.09.2017]

Fig. 29 _ <https://www.microsoft.com/pt-pt/hololens> [visitado em 03.02.2018]

Fig. 30 _ https://www.microsoft.com/hololens/Assets/img/MicrosoftHoloLens_360_MaskLayer.png [visitado em 02.09.2017]

Fig. 31 _ <https://vrscout.com/news/disney-lenovo-star-wars-ar-headset/> [visitado em 02.09.2017]

Fig. 32 _ <http://www.osvr.org/hdk2.html> [visitado em 07.05.2016]

Fig. 33 _ https://o.aolcdn.com/images/dims?quality=100&imageuri=http%3A%2F%2Fo.aolcdn.com%2Fhss%2Fstorage%2Fmidas%2F5369766934c1d40e933526811a189ce1%2F204428478%2FRobo_Recall_OC3_A5_screensh-ed.jpg&client=cbc79c14efcebee57402&signature=65b069551985da8e6c002508ee67c4863807f4d3 [visitado em 14.08.2017]

Fig. 34 _ <https://www.wareable.com/media/images/2016/12/medium-1480984261-XRV1-column-width-inline.jpg> [visitado em 14.08.2017]

Fig. 35 _ https://c.s-microsoft.com/en-us/CMSImages/FamilyShot_6_1920.jpg?version=da6175ba-acca-7ebd-01bc-ef3c4a8c344a [visitado em 29.01.2018]

Fig. 36 _ [http://c8oqtgrjgwu46x24ogfkcx2edguvqhoketqx2eeqo.g00.tomshardware.co.uk/g00/3_c8yyy.vqoujctfyctg.eq.wm_/c8OQTGRJGWU46x24jvvr3ax2fx2fogfkc.dguvqhoketq.eqox2fAx2fKx2f793604x2fqtikikpcnx2f36-x78kx78g-rctvu-Gfkv-fgx78gnqrgf-hkzgf4.lrix3fk32e.octmx3dkocig_\\$\\$/\\$/\\$/\\$/\\$](http://c8oqtgrjgwu46x24ogfkcx2edguvqhoketqx2eeqo.g00.tomshardware.co.uk/g00/3_c8yyy.vqoujctfyctg.eq.wm_/c8OQTGRJGWU46x24jvvr3ax2fx2fogfkc.dguvqhoketq.eqox2fAx2fKx2f793604x2fqtikikpcnx2f36-x78kx78g-rctvu-Gfkv-fgx78gnqrgf-hkzgf4.lrix3fk32e.octmx3dkocig_$$/$/$/$/$) [visitado em 14.08.2017]

Fig. 37 _ <https://roadtovr.live-5ea0.kxcdn.com/wp-content/uploads/2016/07/oculus-rift-sensors-748x420.jpg> [visitado em 14.08.2017]

Fig. 38 _ <https://i.pinimg.com/736x/ec/f5/38/ecf538e68abe37b86cadf399052a3ebe--lars-pavilion.jpg> [visitado em 11.09.2017]

Fig. 39 _ <https://www.archdaily.com/239669/think-space-look-what-charles-renfro-of-dsr-has-to-say-on-blur-building-project-after-a-decade-or-so-competition> [visitado em 11.09.2017]

Fig. 40 _ <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GiottoArezzo.jpg> [visitado em 07.09.2016]

Fig. 41 _ https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Masaccio%2C_trinit%C3%A0.jpg [visitado em 14.08.2017]

Fig. 42 _ http://www.webexhibits.org/arrowintheeye/i/elements13_small.jpg [visitado em 14.08.2017]

Fig. 43 _ https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/49/%22The_School_of_Athens%22_by_Raffaello_Sanzio_da_Urbino.jpg/1280px-%22The_School_of_Athens%22_by_Raffaello_Sanzio_da_Urbino.jpg [visitado em 06.09.2016]

Fig. 44 _ <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/14/SaintPierre.svg/2000px-SaintPierre.svg.png> [visitado em 06.09.2016]

Fig. 45 _ <https://i.pinimg.com/564x/cc/d0/37/ccd037643bf1fc0d0d2296126baa2e71.jpg> [visitado em 14.10.2016]

Fig. 46 _ [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62Andrea Pozzo Apoteose de Santo Inacio cropped.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/62Andrea_Pozzo_Apoteose_de_Santo_Inacio_cropped.jpg) [visitado em 07.09.2016]

Fig. 47 _ http://www.sothebys.com/content/dam/stb/lots/L16/L16030/007L16034_8W7QQ.jpg [visitado em 07.09.2016]

Fig. 48 _ <https://www.wikiart.org/en/giovanni-battista-piranesi/set-of-stairs-decorated-with-magnificent-architecture> [visitado em 25.07.2016]

Fig. 49 _ <http://www.italianways.com/piranesi-imaginary-prisons/> [visitado em 25.07.2016]

Fig. 50 _ https://previews.magnolia-box.com/corbis/mb_hero/42-57478801/MUS-FAPC1114_850.jpg [15.02.2016]

Fig. 51 _ <http://www.cosasdearquitectos.com/wp-content/uploads/casa-rietsveld-schroder-axonometrica.jpg> [visitado em 03.02.2018]

Fig. 52 _ <https://www.archdaily.com/99698/ad-classics-rietsveld-schroder-house-gerrit-rietsveld> [visitado em 15.08.2017]

Fig. 53 _ <https://www.archdaily.com/99698/ad-classics-rietsveld-schroder-house-gerrit-rietsveld> [visitado em 15.08.2017]

Fig. 54 _ <https://www.dezeen.com/2011/10/12/eduardo-souto-de-moura-concursos-1979-2010-by-andre-campos-and-pedro-guedes-oliveira/> [visitado em 28.02.2018]

Fig. 55 _ https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/03/Passignano%2C_michelangelo_presenta_a_paolo_IV_il_modellino_per_san_pietro.jpg/350px-Passignano%2C_michelangelo_presenta_a_paolo_IV_il_modellino_per_san_pietro.jpg [visitado em 25.07.2016]

Fig. 56 _ <https://s.hswstatic.com/gif/st-peters-basilica-5.jpg> [visitado em 28.02.2018]

Fig. 57 _ http://www.jamescasebere.com/wp-content/uploads/2015/01/02-Mosque_after_Sinan2_2006.jpg [visitado em 12.01.2018]

Fig. 58 _ <http://www.tedaarquitectes.com/english/index.php?/projects/2010-jordi-and-africas-home/> [12.01.1018]

Fig. 59 _ <http://www.tedaarquitectes.com/english/index.php?/projects/2010-jordi-and-africas-home/> [12.01.1018]

Fig. 60 _ <http://www.tedaarquitectes.com/english/index.php?/projects/2010-jordi-and-africas-home/> [12.01.1018]

Fig. 61 _ http://www.replaymuseum.org/webhook-uploads/1408316124384_SuperMarioBros.png [visitado em 14.08.2017]

Fig. 62 _ <https://media0dk-a.akamaihd.net/24/12/e7f4ff8d93dd9182292772a7815e8305.jpg> [visitado em 14.08.2017]

Fig. 63 _ <https://www.technobuffalo.com/wp-content/uploads/2017/06/e3-2017-nintendo-livestream->

super-mario-odyssey-01-470x310@2x.jpg [visitado em 14.08.2017]

Fig. 64 _ Pereira, José Filipe Oliveira, (2014). Arquitectura e jogo digital: intersecção e especificidade. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura, Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto

Fig. 65 _ <https://www.archdaily.com.br/br/771153/um-passeio-virtual-na-casa-farnsworth-de-mies-van-der-rohe>
[visitado em 14.08.2017]

Fig. 66 _ https://cdnb.artstation.com/p/assets/images/images/003/652/603/large/patrick-chamberland-screenshot_00006.jpg?1476061447
[visitado em 14.08.2017]

Fig. 67 _ https://static1.squarespace.com/static/5242bb93e4b0a1010e95c699/52442149e4b037ef64cbcee7/5244215ae4b08fd9e4fdb85/1380196705813/EXT_bigtree2.jpg [visitado em 14.08.2017]

Fig. 68 _ https://cdn3.unrealengine.com/Unreal+Engine%2FUEEnterprise%2FDatasmith_Corona_Corona-770x473da840ad145b9e3fe1e5eaa88a531bc5c008755c5.jpg [visitado em 29.01.2018]

Fig. 69 _ https://cdn3.unrealengine.com/Unreal+Engine%2FUEEnterprise%2FDatasmith_Corona_Unreal-770x467ad631dc23f63bfc2b7f339d307e99818eb21683c.jpg [visitado em 29.01.2018]

Fig. 70 _ Imagem do autor

Fig. 71 _ Francisco, Ricardo (2013). Automatização Digital na
Produção de Maquetes. Dissertação para a obtenção do
Grau de Mestre em Arquitectura na Universidade do
Técnico Lisboa

Fig. 72 _ <https://tecton3d.files.wordpress.com/2016/05/maketteercrop.jpg?w=547&h=190> [05.09.2016]

Fig. 73 _ <https://www.youtube.com/watch?v=PRjzcWB1hvQ>
[visitado em 05.04.2016]

Fig. 74 _ https://www.youtube.com/watch?v=fOC8KWV1_3o
[visitado em 29.01.2018]

Fig. 75 _ <https://images.adsttc.com/media/images/5a2d/c8de/b22e/3873/7d00/00c4/slideshow/Next-Gen-Virtual-Reality-Will-Let-You-Create-From-Scratch%E2%80%94Right-Inside-VR-visualization.jpg?1512949980> [visitado em 16.01.2018]

Fig. 76 _ https://images.adsttc.com/media/images/5a18/2bb5/b22e/3863/ef00/00b6/slideshow/insitevr_meetings_table_2.jpg?1511533489 [visitado em 29.01.2018]

Fig. 77 _ Imagem cedida por Bart Chomppff, *UN Studio*

Fig. 78 _ Imagem cedida por Bart Chomppff, *UN Studio*

Fig. 79 _ Imagem cedida por Bart Chomppff, *UN Studio*

Fig. 80 _ <https://venturebeat.com/wp-content/uploads/2016/10/kespry.jpg?resize=800%2C368&strip=all> [visitado em 29.09.2016]

- Fig. 81 _ https://www.aecmag.com/images/stories/07_2016/Virtual-Reality-Beginners-Guide/VR-Beginners-Guide-11.jpg [visitado em 29.09.2016]
- Fig. 82 _ <https://venturebeat.com/wpcontent/uploads/2016/10/nvidia-iray.jpg?resize=800%2C435&strip=all> [visitado em 29.09.2016]
- Fig. 83 _ <https://42mzqz26jebqf6rd034t5pef-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/04/NVIDIA-Hao-Ko-Interior-2.jpg> [visitado em 29.09.2016]
- Fig. 84 _ https://www.youtube.com/watch?v=LKSTB5Ie_HM [visitado em 10.12.2017]
- Fig. 85 _ https://www.youtube.com/watch?v=LKSTB5Ie_HM [visitado em 10.12.2017]
- Fig. 86 _ https://www.youtube.com/watch?v=LKSTB5Ie_HM [visitado em 10.12.2017]
- Fig. 87 _ https://www.youtube.com/watch?v=LKSTB5Ie_HM [visitado em 10.12.2017]
- Fig. 88 _ https://www.youtube.com/watch?v=LKSTB5Ie_HM [visitado em 10.12.2017]
- Fig. 89 _ <https://www.archdaily.com/789013/play-with-a-parametric-version-of-bigs-serpentine-pavilion-in-this-model/5756d494e58ecece70001a2-play-with-a-parametric-version-of-bigs-serpentine-pavilion-in-this-model-image> [visitado em 10.10.2016]

Fig. 90 _ Kreutzberg, Anette (2016). *High quality Virtual Reality for Architectural Exhibitions*. Artigo apresentado na eCAADe 34 Conferência Anual

Fig. 91 _ Kreutzberg, Anette (2016). *High quality Virtual Reality for Architectural Exhibitions*. Artigo apresentado na eCAADe 34 Conferência Anual

Fig. 92 _ Kreutzberg, Anette (2016). *High quality Virtual Reality for Architectural Exhibitions*. Artigo apresentado na eCAADe 34 Conferência Anual

Fig. 93 _ Kreutzberg, Anette (2016). *High quality Virtual Reality for Architectural Exhibitions*. Artigo apresentado na eCAADe 34 Conferência Anual

Fig. 94 _ https://kadm.dk/sites/default/files/styles/section_image/public/section-images/king_abdulaziz_centre_for_world_culture-web.jpeg?itok=4tBz9PMA [visitado em 16.01.2018]

Fig. 95 _ https://support.steampowered.com/kb_article.php?ref=2001-UXCM-4439 [visitado em 12.09.2017]

Fig. 96 _ <https://www.unstudio.com/en/page/5895/experience-virtual-reality-collaboration-with-proof> [visitado em 18.12.2016]

Fig. 97 _ <https://www.unstudio.com/en/page/5895/experience-virtual-reality-collaboration-with-proof> [visitado em 18.12.2016]

Fig. 98 _ <https://www.unstudio.com/en/page/5895/experience-virtual-reality-collaboration-with-proof> [visitado em 18.12.2016]

Fig. 99 _ <https://www.architales.com/#/tkm/> [visitado em 5.12.2017]

Fig. 100 _ <https://www.architales.com/#/tkm/> [visitado em 5.12.2017]

Fig. 101 _ <https://www.architales.com/#/tkm/> [visitado em 5.12.2017]

Fig. 102 _ <https://www.architales.com/#/tkm/> [visitado em 5.12.2017]

Fig. 103 _ <https://dsrny.com/project/pierre-chareau> [visitado em 20.06.2017]

Fig. 104 _ <https://dsrny.com/project/pierre-chareau> [visitado em 20.06.2017]

Fig. 105 _ <https://dsrny.com/project/pierre-chareau> [visitado em 20.06.2017]

Fig. 106 _ <https://dsrny.com/project/pierre-chareau> [visitado em 20.06.2017]

Fig. 107 _ <https://dsrny.com/project/pierre-chareau> [visitado em 20.06.2017]

Fig. 108 _ Imagem do autor

Fig. 109 _ https://scontent.fopo3-1.fna.fbcdn.net/v/t31.0-8/16463843_1117230605052726_8362649818944753

[079_o.jpg?oh=0df3db3aec15b9df814e02d698687c52&](#)

[oe=5B215A4E](#) [visitado em 22.09.2017]

Fig. 110 _ Imagem do autor

Fig. 111 _ Imagem do autor

Fig. 112 _ Imagem do autor

Fig. 113 _ Imagem do autor

Fig. 114 _ Imagem do autor

Fig. 115 _ Imagem do autor

Fig. 116 _ Imagem do autor

Fig. 117 _ Imagem do autor

Fig. 118 _ Imagem do autor

Fig. 119 _ Imagem do autor

Fig. 120 _ Imagem do autor

Fig. 121 _ Imagem do autor

Fig. 122 _ Imagem do autor

Fig. 123 _ Imagem do autor

Fig. 124 _ Imagem do autor

Fig. 125 _ Imagem do autor

Fig. 126 _ Imagem do autor

Fig. 127 _ Imagem do autor

Fig. 128 _ Imagem do autor

Fig. 129 _ Imagem do autor

Fig. 130 _ Imagem do autor

Fig. 131 _ Imagem do autor

Fig. 132 _ Imagem do autor

Fig. 133 _ Imagem do autor

Fig. 134 _ Imagem do autor

Fig. 135 _ Imagem do autor

Fig. 136 _ Imagem do autor

Fig. 137 _ Imagem do autor

Fig. 138 _ Imagem do autor

Fig. 139 _ Imagem do autor

Fig. 140 _ Imagem do autor

Fig. 141 _ Imagem do autor

Fig. 142 _ Imagem do autor

Fig. 143 _ Imagem do autor

Fig. 144 _ Imagem do autor

Fig. 145 _ Imagem do autor

Fig. 146 _ Imagem do autor

Fig. 147 _ Imagem do autor

Fig. 148 _ Imagem do autor

Fig. 149 _ Imagem do autor

Fig. 150 _ Imagem do autor

Fig. 151 _ Imagem do autor

Fig. 152 _ Imagem do autor

Fig. 153 _ Imagem do autor

Fig. 154 _ Imagem do autor

Fig. 155 _ Imagem do autor

Fig. 156 _ Imagem do autor

Fig. 157 _ Imagem do autor

Fig. 158 _ Imagem do autor

Fig. 159 _ Imagem do autor

Fig. 160 _ Imagem do autor

Fig. 161 _ Imagem do autor

Fig. 162 _ Imagem do autor

Fig. 163 _ <https://www.oculus.com/experiences/rift/941682542593981/> [visitado em 19.09.2017]

Fig. 164 _ <https://www.oculus.com/experiences/rift/941682542593981/> [visitado em 19.09.2017]

Fig. 165 _ <https://www.oculus.com/experiences/rift/941682542593981/> [visitado em 19.09.2017]

Fig. 166 _ <https://www.oculus.com/experiences/rift/941682542593981/> [visitado em 19.09.2017]

Fig. 167 _ <http://www.dextarobotics.com/#product> [visitado em 17.08.2017]

Fig. 168 _ <https://teslasuit.io/#intro> [visitado em 17.08.2017]

Fig. 169 _ <https://vrgluv.com/> [visitado em 17.08.2017]

Fig. 170 _ <https://www.youtube.com/watch?v=g3HZSRk7onc>
[visitado em 17.08.2017]

Fig. 171 _ https://ksrugc.imgix.net/assets/004/120/515/913f68d0e6f7777efd7a37e1a47c579f_original.jpg?w=680&fit=max&v=1436443864&auto=format&q=92&s=2c05021996a7c39939de49fefebd2874 [visitado em 17.08.2017]

Anexos

Casa da Arquitetura



SERVICO EDUCATIVO EDUCATIONAL SERVICE

Nos dias da abertura da Casa, o Serviço Educativo desdobra-se em atividades envolvendo realidade virtual e aumentada em parceria com a DFL - Digital Fabrication Lab da Faculdade de Arquitectura Universidade do Porto (FAUP) e desenvolvendo um programa intensivo de visitas orientadas à Casa da Arquitectura, Arquivo e Exposições, bem como várias estações lúdico-pedagógicas para famílias e crianças.

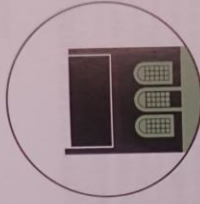
In the three days of its opening, the Educational Service has several activities involving virtual and augmented reality in partnership with the DFL - Digital Fabrication Lab of the Faculty of Architecture of the University of Porto (FAUP), part of an intensive program of tours to Casa da Arquitectura, its Archives and Exhibitions, as well as several ludo-pedagogical stations for families and children.



78

OFICINAS WORKSHOPS

program springs from a desire to raise awareness towards and explore new perspectives of architecture. On November 18 and 19, between 10h and 18h, there will be various activities adapted to different audiences. In the Kaleidoscope Space, between 10am and 6pm we invite children 15 to 12 years old, families and young people to participate in different activities, namely:



ESPAÇO CALEIDOSCÓPIO (KALEIDOSCOPE SPACE)

18 E 19 NOV
10H ÀS 18H

Conjunto de atividades dinamizadas pelo Serviço Educativo da Casa da Arquitectura durante o fim de semana de abertura. Este programa resulta de uma vontade de apresentar outras perspetivas de exploração e sensibilização para a arquitectura. Nos dias 18 e 19 de novembro, entre as 10h e as 18h, haverá diversas atividades adaptadas a diferentes públicos: no espaço caleidoscópio, entre as 10h e as 18h convidamos crianças (5 aos 12 anos), famílias e jovens a participar em diferentes atividades, a saber:

• A set of activities by Casa da Arquitectura's Educational Service during the opening weekend. This



FABRICANDO CASAS OFICINA / WORKSHOP

18 E 19 NOV 10H-13H
E. C. (SALA 1)
E. C. (ROOM 1)

Nesta atividade, os participantes poderão contactar com um processo de corte automatizado pelo computador e perceber o impacto destas tecnologias de fabricação digital na arquitetura e

79

na construção. Todos serão convidados a montar um conjunto de peças previamente cortadas e a descobrir, com essa experiência, a forma tridimensional dos edifícios e casas que representam.

● In this activity, participants will be able to get familiarised with an automated computer-cut process and realize the impact of these digital manufacturing technologies on architecture and construction. Everyone will be invited to assemble a set of previously cut pieces and to discover, with this experience, the three-dimensional shape of the buildings and houses they represent.

Parceria / Partnership:

DFL – Digital Fabrication Lab, FAUP

Coordenação / Coordination:

José Pedro Sousa, arquiteto, professor FAUP, coord. DFL

Mediação / Mediation:

Rafael Santos, mestre em arquitetura, FAUP, Marco Leitão, estudante finalista, FAUP



REALIDADE VIRTUAL

VIRTUAL REALITY

OFICINA / WORKSHOP

18 E 19 NOV 14H30-18H

E. C. (SALA 1)

E. C. (ROOM 1)

Nesta atividade, os participantes poderão usufruir de uma experiência de realidade virtual e entender o potencial desta tecnologia para o campo da arquitetura e, também, do entretenimento. Para o efeito, estarão disponíveis três ambientes de simulação: o edifício da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, um cenário urbano de jogo, e um ambiente de apoio à imaginação e construção.

● In this activity, participants will be able to enjoy a virtual reality experience and understand this technology's potential for the field of architecture and also for entertainment. Three simulation environments will be available for this purpose: the University of Porto Faculty of Architecture, an urban game environment, and an environment that supports imagination and construction.

Parceria / Partnership:

DFL – Digital Fabrication Lab, FAUP

Coordenação / Coordination:

José Pedro Sousa, arquiteto, professor FAUP, coord. DFL

Mediação / Mediation:

Gabriel Correia, estudante finalista, FAUP, João Carvalho, estudante finalista, FAUP

Positivo VR (Género + idade ...)

REGISTO Nº (DOMINIO) 8210 m.m.
S.º de Perm. de Uso de Im. cad. 10

Handel - (+7)

William Deed

✓ VICKI
✓ Susan Warfield

3600 - 6-
t. 2nd still - 9

t -population

fusion 4

+ João Pacheco 8

710 *Stilpnë Dunsipus*

Samuel Harris

7. NMD JUDAS &

+ Luisa Decundo +

[illegible]

Prof. J. A. G. Rees

8

Rowena Dean
Rowena Dean

Chamaecladus 13

Carolina Court

Carlotta Couste

Teodoro Hoch

+ Mariana 25.8.
 + Thiago Reis 5.
Maria
 - Rocio + 2.20
 18/10/08

END

Lista condicional

N_2 e quantità

- Antonio

- Caroline

+ Rita gaur 9

- Bernardo Alvarado

1. Tangarilla Drive, Rd

Lucante couple

-Isabel

11 - bolunio
102

- New Silver

+ Leone Soares 9 -

+ Bo Bldh 8

- Park Road

→ Hense Dimis - Silverme

etc.



Robô-arquiteto constrói o futuro

Feira Concreta tem novidades para ver na Exponor até amanhã

Tiago Rodrigues
cultura@jn.pt

● Um braço gigante e laranja vai retirando tijolos de uma estrutura para os colocar, um a um, noutra construção. Fã-lo com uma precisão que dificilmente um ser humano conseguiria ter. A máquina recebe informação do computador para concretizar o projeto que foi desenhado. No fundo, é um trabalho em equipa. O arquiteto pensa, o robô executa.

A proposta "Construção 4.0", apresentada por um grupo de investigadores da Faculdade de Arquitectura do Porto, é uma das novidades tecnológicas em exposição na 28.ª edição da Concreta, na Exponor, em Matosinhos. A feira de arquitetura e construção começou na passada quinta-feira e termina amanhã.

"O robô Industrial é uma tecnologia que encontramos noutras

áreas, como a automóvel. A diferença é que cada vez que fazemos um edifício nunca é igual. A máquina ajuda-nos a personalizar", explicou José Pedro Sousa, professor e responsável do laboratório de investigação que realizou o projeto. "Estas tecnologias vêm expandir as possibilidades criativas do arquiteto", concluiu.

Projetar em realidade virtual

Além da fabricação digital, da construção com robôs e da impressão em 3D, a Concreta tem ainda para oferecer ao visitante experiências de realidade virtual.

"Quando coloquei os óculos, observei uma galeria com exposição de edifícios, a respetiva descrição e as maquetes", descreveu Diana Lage, visitante e arquiteta de Viana do Castelo.

Surpreendida com a tecnologia, afirmou que "vai ser boa para o futuro, sobretudo para mostrar ao

cliente como vai ficar a sua casa e para experimentar a sensação de lá estar antes de ser construída".

As novidades tecnológicas deixam boas perspectivas para a indústria, mas a Concreta não olha apenas para o futuro. "Verificamos que a tecnologia se une com os saberes ancestrais. Estamos mais modernos, mas reconhecemos que já havia técnicas extremamente eficazes", disse a diretora da feira, Carla Maia.

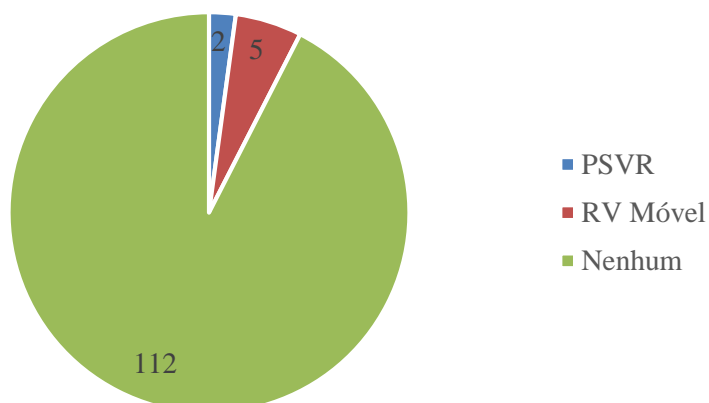
A Concreta espera receber perto de 30 mil visitantes durante a exposição, entre profissionais, estudantes e público em geral. Para Joshua Fonseca, estudante de licenciatura em design, "é bom sair do computador e da Internet para ir aos espaços e contactar com as empresas". Tal como o robô, vai "absorver informação para depois aplicar no trabalho". ●

Outra novidade é a experiência em realidade virtual para ver ateliês e projetos



Ver vídeo em www.jn.pt

Utilizou um equipamento de RV*



*Dados recolhidos através da observação participante.

Faixa etária e número de pessoas que participaram na experiência

<i>Idade</i>	Dia 23	Dia 24	Dia 25	Dia 26
≤ 18	15	18	7	7
19 - 24	0	2	3	10
$25 \geq$	10	12	18	17
<i>Total</i>	119			

Questionários:

NOVAS REALIDADES

NOME: LEONARDO BARROS
DIOGO FERREIRA
GABRIELA UENA

TURMA: 9

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?
NÃO.

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?
Muito interessante, sen duvida uma possibilidade e
um campo com uma realidade ^{nova}, tecnologica,
que cada vez mais é relevante ao processo de projeto.

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE?
MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

SIM. Faltava ter uma percepção espacial (materialmente disposta)
face as ferramentas "virtuais". Faltava uma maior exploração
de opções ^e entre escala,

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

SIM, A FALTA DE CRIATIVIDADE DESSE TECNOLÓGIA, E A SUA
CAPAZIDADE PARA FAZER ALTERNATIVAS. Cada vez mais se
espera com uma ferramenta comum para o desenvolvimento
de projetos é ser muito importante.

NOVAS REALIDADES

NOME:

ANA LUCRODA

JARA MUILOS

MARTA BORGES

TURMA:

ANA - 1

JARA - 1

MARTA - 1

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

ANA - NÃO

JARA - SIM

MARTA - NÃO

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

ANA - Incrível mas estranho ao mesmo tempo. Transporta nos para um mundo completamente novo, mas compreendo que seja uma coisa válida para uma forma diferente de experimentar e melhorar o projeto.

JARA - Única e futurista.

MARTA - Achei única e gostei muito. Acho que é uma ferramenta incrível e completa para a visualização e experimentação do projeto. ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE? MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

ANA - Permitiu que o nosso projeto se tornasse mais vivo e real, logo a experiência a essa escala real muda um pouco a perspectiva de como olhar para ele.

JARA - Permitiu olhar para o projeto de forma diferente, juntamente com o desenvolvimento e mudanças, seria uma ótima ferramenta de trabalho.

MARTA - Achei muito boa a ideia de pensar coisas que eu acredito não alcançávamos do mesmo modo, pois com a tecnologia a visualização do projeto a escala é uma análise do projeto tratando-se COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS? Ajudou a melhorar e ganhar.

ANA - Pensei que é uma ferramenta que sei usar mais tarde, por agora profano, porque tem qualidades que uma simples maquete ou escala reduzida tem.

JARA - Se tivesse a possibilidade de o material, claro que sim.

MARTA - Considero sim. Na eventual possibilidade de adquirir o material, claro que sim. Ainda, sempre me suscitou interesse, a ideia de nunca ter sido possível de se usar. Acredito que é um assunto que ficou aberto e continua a ser, no futuro.

NOVAS REALIDADES

NOME:

TOMÁS

DE

NOVO

TURMA: 1

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

Sim

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

Dei-me uma nova visão e interação com o projeto demonstrando, permitindo uma visão mais detalhada e direta.

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE? MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

Sim, acho que a ferramenta me deu uma visão mais detalhada do meu projeto (e os seus detalhes).

talvez fosse ainda melhor se se conjugasse com a realidade aumentada num espaço maior.

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

Abastamente

NOVAS REALIDADES

NOME: Ana Carvalho, Inês Pinto, De'isica Costa

TURMA: 1

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

Não.

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

Gostamos bastante!

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE?
MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

Sim, claro. É uma ótima forma de ver o projeto em tamanho real. Experimentamos o virtual. É uma aprendizagem muito útil. O único problema é que não está acessível a todos.

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

Se for possível sim. É uma ajuda enorme e uma grande evolução em relação à prática da arquitetura.

NOVAS REALIDADES

NOME: Ana Carvalho, Inês Pinto, De'isica Costa

TURMA: 1

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

Não.

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

Gostamos bastante!

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE?
MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

Sim, claro. É uma ótima forma de ver o projeto em tamanho real. Experimentamos o virtual. É uma aprendizagem muito útil. O único problema é que não está acessível a todos.

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

Se for possível sim. É uma ajuda enorme e uma grande evolução em relação à prática da arquitetura.

NOVAS REALIDADES

NOME: *André Costa*

Carvalho Leal

TURMA: *1*

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

A: *Não*

C: *Não*

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

A: *Uma grande sensação, mas muito útil para percebermos as coisas*

C: *Sempre gostei, este raciocínio pelo facto de se, em alguns tempos, ter a experiência e confrontar e perceber se um exemplo de espaço.*

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE? MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

A: *Sim, gostaria de uma maneira diferente de olhar e perceber as coisas, sempre mais facilmente.*

C: *Sim, visto que permitiu ter um visor completo do projecto, permitiu ter uma experiência sensorial do espaço, o que não acontece de facto com uma experiência com realidade virtual.*

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

A: *Muito mais, mas com uma maneira diferente de perceber as coisas, sempre mais facilmente.*

C: *Sim, porque penso que é o futuro, e no entanto, não devemos esquecer sempre a evolução da tecnologia para não permitir que chegue mais além.*

NOVAS REALIDADES

NOME: *Ana Francisca Melo*

TURMA: *1*

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

Sim.

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

A: *Perceção espacial e completamente diferente do que apertar o botão no digital ou em qualquer outro. Senti o ambiente que o espaço era muito mais agradável e seguro e após a experiência, decidimos fazer alterações e evitar surpresas no momento de construção da obra.*

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE? MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

A: *absolutamente sim. As qualidades e fragilidades ficam muito mais visíveis.*

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

Sim. Se houver essa oportunidade, a partir do momento em que o projeto for estressado mais rapidamente, utilizamos a ferramenta para avaliar o que fez, o que aconteceu que se corrigiu o desenvolvimento do projeto e suas qualidades.

NOVAS REALIDADES

NOME: *Agência Vivência do Coração*

TURMA: *2*

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

Não, foi a primeira vez.

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

Foi bastante positiva. Deu para compreender muito melhor as aplicações possíveis por nós atualmente.

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE? MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

Sim, acho que nos permitiu ter outra visão do projeto, principalmente a percepção do intuitivo.

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

Sim, acho que irá ganhar bastante no ato prático.

NOVAS REALIDADES

NOME: *Isis Costa, André Moreira, Claudia Duarte*

TURMA: *2*

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

Sim.

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

Interessante, introduz um ponto de vista que não conseguimos ter de outra maneira a não ser com a obra construída.

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE? MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

Sim, completamente! Principalmente a visão pelo interior.

Sendo um projeto para desenvolvido não mudamos nada, mas talvez na descrição do Projeto daria jeito para encontrar falhas e ter uma melhor percepção das coisas.

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

Sim, daria imenso jeito.

NOVAS REALIDADES

NOME: António Luís Costa, Luís Miguel Costeira, Inês Rodrigues

TURMA: 2

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

Sim

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

Bastante positiva, que nos fez ter a noção do espaço e de escala, que não conseguimos obter através apenas do computador.

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE?
MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

Sim, a percepção que se tem do projecto é bastante boa.

Nada na forma de interacção, onde o equipamento não tenha flos.

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

Sim.

NOVAS REALIDADES

NOME: Inês Oliveira, José Miguel Coutinho

TURMA: 2

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

Inês: Sim

Miguel: Sim

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

Permite uma experiência diferente de que estamos acostumados

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE?
MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

Permitindo uma interacção e uma visualização mais real permite uma apreensão das qualidades espaciais diferentes, sendo que existem algumas relações relativas às dimensões do projecto e da entrada de luz.

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

Caso haja oportunidade e meios para conseguir fazê-lo, parece ser uma excelente ferramenta de trabalho, não necessariamente numa fase final mas especialmente no desenvolver do projecto.

NOVAS REALIDADES

NOME: Luís Vasco Fernandes Ferreira de Almeida

TURMA: 2

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

Não, foi a primeira vez.

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

Interessante, nunca pensei que fosse tão real.

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE?
MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

Penso que, se o caso envolve pessoas, talvez se poderia, se para ter uma perceção mais precisa da situação.

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

Certo, penso que vai ser uma ferramenta útil para a arquitectura.

NOVAS REALIDADES

NOME: Inês Carneiro, Maria Trindade, Manuel Costa

TURMA: 6

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

Não.

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

O grupo considerou esta experiência bastante interessante, a realidade virtual é extremamente útil para a vida de todos.

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE?
MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

Sim, esta tecnologia permitiu que o grupo percecionasse melhor o interior do modelo que criou, assim como perceber a sua relação com o exterior da escola de projecto. Na nossa opinião não alteramos nada.

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

Sim, porque é bastante útil como ferramenta de projecto.

NOVAS REALIDADES

NAME: Louis Phillip Machado

TURMA: 6^a Feita

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?
 Não, este é o primeiro ug.

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

Imensível. Poder entrar em contato com uma nova maneira de se relacionar com o corpo do jogador seria mesmo das mais maravilhosas.

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE? MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

Uluslararası konularla ilgili olarak, bu alanın en önemli bir a-
nıya da bu alana ilişkin olan diğer alanlarla

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

Se houver a disponibilidade com cartões.

NOVAS REALIDADES

NAME: Simão Reis Celho

TURMA: 1

JÁ TINHA EXPERIMENTADO ANTES ALGUM SISTEMA DE RV?

Tiempo experimentado algunas veces para jogs de computador / consola.

O QUE ACHOU DESTA EXPERIÊNCIA?

Penso que é uma experiência que muitos passados não conhecem, mas que deviam experimentar.

ACHA QUE ESTA TECNOLOGIA PERMITIU VER O PROJECTO DE UMA MANEIRA DIFERENTE? MUDARIA/CORRIGIRIA ALGUMA COISA?

Ayuda o asqueto a ter uma vista diferente sobre o seu projeto, pedindo que se literalmente espere dentro dele sangue de tubarão ainda coagulando. Ayuda também clientes a ver o tabalo do asqueto do outro lado, de que estes não tem uma vista/imaginação tão desenvolvida como o profissional.

COLOCA EM CONSIDERAÇÃO UMA UTILIZAÇÃO CONTINUADA DE RV NOS SEUS PROJECTOS?

O design de interiores e/ou a maneira como a luz está no edifício. Não sempre conseguimos imaginar ^o interiores com eles, mas na verdade são e com estas 3 técnicas conseguimos ver em primeira pessoa este mundo.

Architecture and Virtual Reality: Inhabiting the FAUP building

Gabriel Castro Correia

Supervision of Prof. José Pedro Sousa, Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto + DFL/CEAU



The present communication summarizes the research on "Architecture and Virtual Reality", developed as a Master in Architecture dissertation at FAUP under the supervision of Prof. José Pedro Sousa.

This work is structured in four main parts. The first one, sets the historical background in architecture that helps to frame the current interest and integration of Virtual Reality (VR) technologies in practice. The second, investigates the state-of-the-art of such technologies, highlighting its increasing democratization and diverse range of applications in many areas. The third part proposes reading the architectural interest in VR in four different domains: conception, visualization, simulation and object (i.e. final product). Finally, the fourth part presents and illustrates a personal experiment of VR application in architecture.

After describing the framework of the theoretical background of the thesis (e.g. chapters 1, 2 and 3), the communication will present in detail the latter experiment. This project aimed to build a VR model of the FAUP building in order to provide an alternative mode for visiting it or, in other words, to inhabit it without having to be physically in the site. The work thus unfolded through a digital process of 3D modeling and VR characterization, which evolved in detail overtime.

A comprehensive VR model was presented to the public in two main events. One was the public opening of Casa da Arquitectura in Matosinhos, where 70 children had the opportunity to try it. The other was the CONCRETA (i.e. construction fair of Porto), which targeted adults and professionals in the architecture and construction field.

The "New Realities" innovation pedagogic program also consisted of a showing of the FAUP building to the students of Geometry class and a small presentation on transporting Rhinoceros files to VR. The second moment of the program took focus in immersing the students into their own modeled buildings.

All three experiences served to test the impressions and reactions of different users to this alternative –immersive– way of architectural representation. It contributed to think about the opportunities it can bring to architectural design practice and education.



As it is noticeable in the pictures, the experience in Casa da Arquitectura consisted mainly of children under 10 years old. Even though the Virtual Reality hardware wasn't constructed for children or, let's say, small hands and heads. The overall virtual immersion was not compromised, as no child felt afraid of the experience and all of them embraced the virtual world. In fact, many of them ended up ignoring the presented boundaries and some even tried to run since the virtual space was quite ample.

The experience in CONCRETA was not as frenetic as the previous showcase. In turn, the days were filled with casual conversations and the intended VR walkthroughs with most mastered easily. None of the people had tried this type of VR before this construction fair, therefore the experience was very eye opening about the uses of VR besides entertainment.

All the Geometry students in the showings of the "New Realities" program considered the continuous use of VR if they had access to the technology. Pointing out specific operations as in detail verification in first person and the effect of light and shadow on the project geometries.

Even though the concept of VR is in our minds for years, only now it seems to have the power to reach regular use among society. As for Architecture, it seems impossible not to consider VR as an important tool of project development and communication in the years to come.

ACKNOWLEDGMENTS:

This work was developed in the DFL, Digital Fabrication Laboratory (CEAU/FAUP), and was supported by the "New Realities" innovation pedagogic project, coordinated by Prof. José Pedro Sousa and funded by the University of Porto.

